

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra anglického jazyka a literatury

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Komentovaný překlad kapitoly z knihy – LIFE 3.0: Being Human
in the Age of Artificial Intelligence od Maxe Tegmarka

Commented translation of a chapter from LIFE 3.0 Being Human
in the Age of Artificial Intelligence by Max Tegmark

Lenka Pittnerová

Vedoucí práce:	Jana Richterová
Studijní program:	Specializace v pedagogice
Studijní obor:	Anglický jazyk se zaměřením na vzdělávání Český jazyk se zaměřením na vzdělávání

2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem všechny použité prameny a literaturu řádně citovala, a že tato práce nebyla předložena jako splnění studijní povinnosti v rámci jiného studia nebo předložena k obhajobě v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne

.....

Lenka Pittnerová

Abstrakt

Tato bakalářská práce se skládá ze dvou částí. Část první je praktická a obsahuje překlad kapitoly číslo 2 z knihy *LIFE 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence* od fyzika a kosmologa Maxe Tegmarka. Druhou část tvoří teoretický komentář k procesu překladu a terminologický glosář vědeckých pojmů. Věnuje se problematice nedostatečně rozvinutého lexika českého jazyka pro pokrytí rychle se rozvíjejícího technologického a informačního odvětví. Zabývá se způsoby překladů anglických slov a slovních spojení bez doslovného českého ekvivalentu.

Klíčová slova:

překlad, komentovaný překlad, literatura faktu, anglická počítačová terminologie, počítačová terminologie

Abstract

This bachelor thesis consists of two parts. The first is comprised of a side-by-side translation of the second chapter from book *LIFE 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence* by physicist and cosmologist Max Tegmark. The second part is a theoretical comment on the translation process with a scientific terminology glossary. The work focuses on the issue of insufficiently developed wordage of the Czech language in the means of fast-growing field of technology and informatics. The work pursues the methods of translation of words without a word-for-word variant in the Czech language.

Keywords:

translation, commented translation, non-fiction literature, English computer terminology, computer terminology

Obsah

1	Úvod	5
2	Analýza překládaného textu	6
2.1	Objektivní stylové faktory.....	6
2.2	Subjektivní stylové faktory	7
3	Teorie překladu	9
3.1	Požadavky pro překlad	9
3.2	Metoda překladu	9
3.3	Ekvivalence	11
3.3.1	Lexikální ekvivalence	11
3.3.2	Gramatická ekvivalence	13
3.3.3	Textová ekvivalence.....	14
4	Překlad	15
5	Terminologický glosář	48
5.1	Komentář.....	52
5.1.1	Termín	52
5.1.2	Výběr vhodné terminologie.....	53
6	Překladatelské problémy a jejich řešení	54
6.1	Problémy lexikální	54
6.1.1	Překlad jmen a názvů.....	54
6.1.2	Měrné jednotky	55
6.1.3	Idiomy.....	56
6.1.4	Další problematická slova a slovní spojení	57
6.2	Problémy syntaktické	59
6.2.1	Slovosled a aktuální větné členění.....	59
6.2.2	Rozdělování dlouhých vět.....	59
6.2.3	Interpunkce	60
6.2.4	Repetice	61
7	Závěr.....	63
8	Seznam použitých zdrojů	64
8.1	Primární zdroj.....	64
8.2	Zdroje odborné literatury o překladu.....	64
8.3	Další odborná literatura	64
8.4	Internetové zdroje.....	65

1 Úvod

Tato bakalářská práce si klade za cíl přeložit vybranou část populárně naučného textu knihy *LIFE 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence* a odborně komentovat celý proces překladu. Z knihy byla zvolena kapitola 2 - *Matter Turns Intelligent* a její 4 podkapitoly *What Is Intelligence?*, *What Is Memory?*, *What Is Computation?* and *What Is Learning?*.

Samotná kniha se věnuje dopadům potenciálního vzniku umělé inteligence na lidskou společnost. Kapitola dvě pokrývá především definování termínů, které jsou dále v knize použity za účelem zamyšlení se nad preventivními opatřeními a potenciálními hrozbami umělé inteligence. Inspirací pro výběr tohoto díla mi byl předpoklad nedostatečné odborné terminologie nového odvětví technologického vývoje v českém jazyce.

Pro zpracování překladu a pro teoretické informace o procesu překládání byly použity především knihy Jiřího Levého *Umění překladu*, Zlaty Kufnerové a kol. *Překládání a čeština*, Christiane Nordové *Text Analysis in Translation* a Dagmar Knittlové *K Teorii i praxi překladu*.

Praktická část obsahuje vlastní překlad textu, pro který jsou použity informace získané z rozpracování části teoretické. Navazující část teoretická pak nejprve uvádí terminologický glosář konkrétních termínů použitých v knize. Slovník se věnuje anglickým výrazům bez jednoznačného českého ekvivalentu a navrhuje nejvhodnější variantu. Poslední část teoretická si klade za cíl okomentovat problematiku pasáže překladu z pohledu strukturální lingvistiky, a to roviny lexikální a syntaktické.

Teoretická rovina překladu obou jazyků musí být dopodrobna prostudována, aby mohly být její poznatky použity pro správný postup při překládání textu. Zároveň bude potřeba aktivně využívat slovníky odborných terminologií zmíněných vědeckých oborů a věnovat se i výzkumu v oblasti četnosti použití již vytvořených překladů za pomoci frekvenční analýzy slov v elektronických zdrojích.

2 Analýza překládaného textu

Tato část bakalářské práce se zabývá analýzou textu, která by měla předcházet samotnému překládání a je použita pro správné porozumění překládanému textu. Z metod, které se při textové analýze pro překlad využívá, byla vybrána metoda analýzy z knihy Christiane Nordové *Text Analysis in Translation* z roku 2005 (druhé vydání). Tato analýza zajišťuje správné porozumění cílu textu, jelikož překlad nemůže být doslovně stejný jako originál, ale má na čtenáře působit stejně. (Levý, 90). Metoda Nordové je založena na trojfázovém modelu analýzy (tzv. „three-phase-model, Nordová, 36) před samotným překládáním:

1. Analýza, neboli porozumění textu
2. Transfer, neboli převedení textu na jednotky následně převedené do jednotek v cílovém jazyce
3. Syntéza, tedy převedení těchto jednotek do koherentního textu, jemuž je možno porozumět v cílovém jazyce. (Nordová, 35-36)

V prvním kroku tohoto trojfázového modelu není potřeba brát ohled na druh jazykového páru, jelikož pro správné porozumění textu je zapotřebí pouze jasně rozpoznat a stanovit objektivní a subjektivní jazykové faktory textu původního, aby mohl být výsledný text převeden takovým způsobem, který nijak zásadně nezmění jeho význam a komunikační cíl. Nordová ale zároveň přiznává, že „překladatelé se nemohou při interpretaci textu spoléhat pouze na svou intuici, která je nutně subjektivní a daná podmínkami jejich osobní situace, a proto si musí zároveň ověřovat své dojmy pomocí analýzy jazykových prostředků v textu.“ (Nordová, 147).

Tato část práce je tedy věnována rozboru těchto prostředků za účelem stanovení výsledné formy zvoleného překladu s přihlédnutím k původním komunikačním cílům autora.

2.1 Objektivní stylové faktory

Text zvolený pro překlad pochází z knihy žánru literatury faktu, ale jeho funkční styl není možné označit na odborný. Vhodnějším termínem je populárně vědecká literatura, která je kombinací stylu odborného a publicistického, jelikož si klade za cíl čtenáře nejen informovat a vzdělávat, ale také zmíněné vědecké poznatky zpopularizovat, zaujmout či zjednodušit jejich problematiku čtivou a poutavou formou.

Tato kniha vyšla pod hlavičkou nakladatelství Penguin Books, které způsobilo revoluci ve vydávání knih, jelikož začali vydávat knihy v měkkém obalu, tzv. paperback formátu, čímž výrazně snížili náklady na tisk a zpřístupnili literaturu masám. (“The Penguin Story of The Paperback Revolution”). Knihy vydávané v tomto nakladatelství nejsou odbornými pracemi. Odborníci na daná odvětví v něm vydávají knihy o seriózních tématech jazykově uzpůsobených široké veřejnosti.

Předpokládaný příjemce textu je čtenář s alespoň základním zájmem o literaturu z oboru technologického vývoje budoucnosti a minimálními znalostmi informačních technologií. Je třeba ale odlišit příjemce textu originálu a textu překladu, jelikož ty v tomto případě do velké míry liší – kulturní podmínky, míra obecné vzdělanosti a všeobecné poznatky z vědeckých odvětví do značné míry ovlivňují samotný vznik textu ze strany autora. (Nordová, 51) Překladatel tedy musí uzpůsobit volbu stylových prostředků publiku, pro které daný překlad vzniká. Cílový příjemce překladu se ale v tomto případě neliší od příjemce textu překládaného. Za předpokladu, že by měl být přeložený text oficiálně vydán v českém překladu, je tedy potřeba použít jazyk vhodný pro tento konkrétní funkční styl a zachovat jazykové prostředky autora, které přiměřeně odpovídají jednotkám v cílovém jazyce, ale i přizpůsobit jejich formu tak, aby byl cílený záměr stejný, jako autor zamýšlel.

2.2 Subjektivní stylové faktory

Autorem textu je americký kosmolog švédského původu Max Tegmark, který aktuálně působí jako profesor na Massachusetts Institute of Technology a vědecký ředitel ústavu Foundational Question Institute. Spoluzakládal ústav Future of Life Institute, jenž se zaměřuje na potenciální ohrožení budoucnosti lidstva. („Max Tegmark”) Tato kniha je především zamyšlením se nad problematikou, která právě Future of Life institute zkoumá a nad bezpečnostními opatřeními pro budoucí vývoj umělé inteligence, kterým se zabývá.

Záměrem autora této knihy není odborná publikace poznatků z výzkumu, ale přiblížení problematiky bezpečnosti využívání umělé inteligence laikům. Vybraná kapitola číslo dvě se proto logicky věnuje především vysvětlení odborných termínů stravitelnou formou za pomoci jednoduchých příkladů. Morfologické prostředky jsou proto uzpůsobeny této

formě, autor využívá kolokviální výrazy, jednoduchý slohový styl, metafory, expresivní slovní spojení a neologismy v kombinaci s odbornými označeními a technickými definicemi. Autor příjemce často oslovuje, využívá konstrukce inkluzivního autorského plurálu a snaží se jej přimět k úvahám o probírané problematice.

V textu se projevuje vysoké vzdělání autora, vliv jeho širokého kulturního i vědeckého rozhledu a především jeho odbornost v odvětví. Do velké míry je text také ovlivněn jeho učitelskou praxí, jelikož se velice často uchyluje k použití příkladů pro objasnění problematických témat a jeho schopnost zjednodušit a snadno vystihnout složité definice a procesy. Pro překlad je tedy kromě jazykových schopností překladatele také zapotřebí podrobné porozumění diskutované problematice, aby nedošlo k nepřesnostem či chybám, které by ovlivnily další pochopení látky.

Přístup autora k tématu značí silně optimistický postoj k budoucímu směřování technologického postupu, celkové vyznění textu je velice pozitivní a autor se pokouší látku vykládat v přátelském přístupu ke čtenáři. Tento faktor vyznění textu by měl být v překladu taktéž zachován.

3 Teorie překladu

3.1 Požadavky pro překlad

Na teoretickou rovinu překladu není v praxi kladen přílišný důraz, protože již z definice je žádaným výsledkem překládání srozumitelný text, který je zreprodukovanou variantou textu výchozího. Jiří Levý ve své knize *Umění překladu* vyslovuje požadavek na překladatele, který by měl být schopen přeložit text do jiného jazyka za těchto předpokladů:

1. Překladatel zná jazyk, do kterého překládá
2. Překladatel zná jazyk, ze kterého překládá
3. Překladatel zná věcný obsah překládaného textu (tj. dobové i místní reálie, různé zvláštnosti autorovy, příp. příslušný obor u odborné literatury) (Levý, 17)

Vhodné je doplnit, že zmíněná znalost jazykových systémů nesmí být povrchní, překladatel by měl mít excelentní přehled o gramatických pravidlech a zároveň užívaných lexikálních výrazech. Mimo mechanickou znalost je zároveň kladen požadavek na určitou míru citlivosti na jemné nuance obou jazyků, aby byly zvolené prostředky vhodně použity s ohledem na historický, politický, kulturní či sociální kontext. Překlady technických či průmyslových manuálů vyžadují spíše přesné názvy a zachování exaktních údajů, zatímco překládání umělecké literatury pracuje zároveň s formou a stylizací výsledného textu.

Požadavkem na překlad tohoto textu je příslušná znalost anglické a českého jazyka společně s obeznameností s oborem výzkumu umělé inteligence a odpovídající terminologií.

3.2 Metoda překladu

Postup procesu překládání byl založen ze zvolené metodě analýzy překládaného textu a byl přizpůsoben všem zjištěným faktorům. Důležitou motivací bylo dodržení autorského záměru a vyhodnocení funkčního stylu odborného i publicistického. Při překládání jsem musela vzít v potaz odlišnou znalost problematiky cílové skupiny čtenářů, protože v českém jazyce vyšlo pouze minimum odborných vědeckých publikací se stejnou či příbuznou tematikou, což se projevilo především v minimálně užívaném lexiku českého jazyka pro označení nejnovějších objevů v technologickém pokroku v oboru umělé inteligence. České ekvivalenty termínů jsou většinou již zavedené, pro minimum užití je ale často používáno především jejich anglických

variant. Text jsem doplnila i vysvětlivkami u jednotlivých frází či slov pro zajištění nejvyšší míry porozumění této problematice.

Lexikální prostředky byly zvoleny s ohledem na autorský styl i odbornou literaturu tak, aby byl zachován stejný poměr jako v originálním textu. Komplikované syntaktické konstrukce byly rozděleny na jednoduché věty či alespoň méně rozvitá souvětí pro pevnější strukturovanou formu syntaxe jazyka českého.

Jiří Levý ve své knize *Umění překladu* rozlišuje dvě hlediska pro překlad textu s ohledem na zachování jeho hodnoty. V první řadě uvádí normu reprodukční jako nezbytný protiklad normě „uměleckosti“, které odpovídají po technické stránce protikladu překladatelské volnosti a věrnosti (Levý, 89). Obě dvě normy musejí být zachovány za účelem celistvosti výchozího textu, aby nebyl překlad nepřirozený a kostrbatý. V tomto případě musely být použity obě dvě metody v přiměřené kombinaci. Metoda doslovného překladu byla uplatněna při rešerši vědeckého názvosloví pro dodržení přesnosti použitých termínů, zatímco metoda adaptační zajistila dostatečnou jazykovou volnost při rekonstrukci vět do cílového jazyka. Pokud bylo možné převést textové jednotky do českého jazyka doslovně, byly takto zachovány, v případě nelogičnosti či nepřesnosti byl ale zvolen překlad volný. Cílem překladu bylo hlavně logické přeformulování uvedených myšlenek a informací do stravitelné formy pro českého čtenáře.

Levý pak dále uvádí, že díky závislosti překladu na předloze je potřeba najít správnou hodnotu na lineární škále mezi různými extrémy: překlad věrný a volný, metoda retrospektivní a perspektivní atd. Na základě této úvahy proto vytvořil pro překladatele zásady ve formě protikladných tezí, pro které se musí překladatel rozhodnout, aby byl překlad vyvážený. (Levý, 33-34)

1. Překlad musí reprodukovat slova originálu.
2. Překlad musí reprodukovat ideje originálu.
3. Překlad se má dát číst jako originál.
4. Překlad má být čten jako překlad.
5. Překlad by měl ohrážet styl originálu.
6. Překlad by měl ukazovat styl překladatelův.
7. Překlad by měl být čten jako text náležející do doby originálu.
8. Překlad by měl být čten jako text náležející do doby překladatelovy.
9. Překlad může k originálu něco přidat nebo z něho něco vynechat.

10. Překlad by neměl nikdy k originálu nic přidat a nic z něho vynechat.

11. Překlad veršů by měl být proveden próze.

12. Verše by měly být překládány ve verších.

Pro účely překladu zvoleného textu knihy jsem se proto rozhodla pro tyto zásady: Překlad musí reprodukovat především ideje originálu, jelikož nejde o odbornou publikaci, překlad má být čten jako originál, tj. čtenář by měl získat povědomí o existujícím stavu výzkumu a měl by být schopen si dohledat stejné reálie jako čtenář originálu, překlad by měl odrážet styl originálu a překlad by neměl z originálu nic vynechat, přidat může pouze dovysvětlení odborných termínů. Zásady týkající se doby a překladu veršů jsem nepoužila, protože je nelze na tento text aplikovat.

3.3 Ekvivalence

Jiří Levý nazývá ekvivalenci ještě „reprodukční věrností, kterou považuje za jedno z nejsložitějších úskalí překládání. Programově je totiž hlásaná překladatelská věrnost původnímu dílu, ale tento požadavek není nijak definován či ohraničen. (112-113) Zlata Kufnerová již ve svém článku *K současnému stavu teorie básnického překladu* z roku 1985 popisuje ekvivalentnost jako klíčový problém české translatologie. Ekvivalentnost chápe jako celkový pohled na výsledek jazykových i mimojazykových prvků textu jakožto celku. Rozděluje ji do několika úrovní: (1) ekvivalence sémantická, která pravdivému, věrnému a adekvátně zprostředkovanému obsahu textu, (2) ekvivalence stylistická, která by měla věrně a adekvátně uzpůsobit formu autorova stylu a (3) ekvivalence pragmatická, tedy působení a pochopení hlavních myšlenek díla v hlavě čtenáře textu původního stejně, jako čtenáře textu přeloženého. (Slovo a slovesnost)

Nejnovější definice ekvivalence se objevuje u Dagmar Knittlové v práci *K teorii i praxi překladu* z roku 2000. Knittlová dělí ekvivalenci na lexikální a gramatickou, tyto dvě dále rozpracovává.

3.3.1 Lexikální ekvivalence

Podle Knittlové existují tři různé typy překladových protějšků (ekvivalentů):

1. Úplné – mají shodnou denotační, konotační i stylovou stránku. Do této kategorie patří především výrazy z jádra jazykového lexika, tedy pojmenovací jednotky základního slovního fondu. Nejčastěji se v této skupině objevují substantiva, u kterých často převládá zřetel antropocentrický, tedy pojmenování různých předmětů v okolí lidí, názvy částí lidského těla, zvířata, časové údaje apod. Naopak minimálně zastoupeným slovním druhem je třída slovesná, která díky množství

informací, které nese v českém jazyce, téměř nemůže najít úplně protějšky ve slovesech anglických.

2. Částečné – Odlišují se především díky typologické, kulturně historické, společenské i geografické vzdálenosti obou jazyků. Rozdíly mohou být částečně odlišné v rovině (1) formální, (2) významové denotační, (3) významové konotační a (4) pragmatické. Je samozřejmě možné, že se tyto rozdíly mohou libovolně kombinovat.

(1) Formální rozdíly:

- Jednoslovnost a víceslovnost
Příklad: For example
Překlad: Například
- Explicitnost a implicitnost
Příklad: Chess
Překlad: Hra v šachy
- Jmenné řetězce a předložkové vazby
Příklad: Human-level AGI
Překlad: AGI na úrovni člověka

(2) Denotační rozdíly:

- Specifikace
Příklad: The same **goes** for
Překlad: To samé **platí** pro
- Generalizace
Příklad: Holy grail
Překlad: Nejvyšší meta
- Sémantická spojitost
Příklad: RNA **strands**
Překlad: **Šroubovice** RNA

(3) Konotační rozdíly:

- Expresivní
Příklad: Song
Překlad: Písnička
- Stylistické:

Příklad: Blob of matter

Překlad: Kus hmoty

(4) Pragmatické rozdíly:

- Přidání informace

Příklad: Google DeepMind

Překlad: Společnost Google DeepMind

- Vynechání informace

Příklad: Micro-capacitor

Překlad: Kondenzátor

- Analogie

Příklad: Laptop

Překlad: Počítač

3. Nulové protějšky – ekvivalent v druhém jazyce neexistuje. Pokud takový bezekvivalentní protějšek existuje, často se situace řeší převzetím slova z daného jazyka a to počestěním, analogickou slovotvorbou nebo tzv. funkční analogií.

Příklad: software

4. Více ekvivalentů – pokud existuje jistá volnost ve volbě mezi těmito ekvivalenty, závisí především na volbě překladatele, který zvolí. K volbě je pak možno zvolit konkrétní kontext, stylistiku textu (vyhýbání se zbytečné repetici stejných výrazů apod.). (Knittlová, 33–91)

3.3.2 Gramatická ekvivalence

Jak bylo zmíněno, při překládání je kromě hledání ekvivalentních jazykových jednotek potřeba hledět i na odlišnosti použití i vnímání obou jazyků, je proto potřeba brát v potaz systematické ekvivalence v gramatice.

1. Morfologický plán

Při překládání se mohou objevit problémy z kategorií morfologických, zejména v otázce čísla, gramatického rodu, osoby, času, vidu nebo slovesného rodu

Číslo: Může nastat neshoda v čísle díky nepravidelné počitatelnosti v obou jazycích

Určenost: Určitý a neurčitý člen v angličtině při překládání do českého jazyka může trochu pozměnit původní informaci, případně ji zbytečně zdůraznit

Gramatický rod: Jelikož je v češtině gramatický rod o něco bohatší než v angličtině a je potřeba jej vyjádřit, je zapotřebí brát v potaz širší kontext, vhodnost a konvenci.

Příklad: a friend called you

Překlad: kamarádka vám zavolala

Osoba: Otázka tykání a vykání v porovnání obou jazyků – je na překladateli, aby se sám rozhodl, zda zvolí v dané situaci formálnější nebo neformální oslovení – znovu je potřeba brát v potaz společenskou konvenci, vhodnost a širší kontext.

Čas: Problematický je překlad časů (tenses), které v českém jazyce neexistují. Je zapotřebí si pomáhat pomocí určujících časových adverbii či spojek.

Vid: Na rozdíl od českého jazyka se v angličtině nerozlišuje dokonavost a nedokonavost, místo toho je stanoven rozdíl v průběhovosti – zda je sloveso průběhové nebo prosté. Při překládání a určování vidu je tedy znovu nutno brát v potaz širší kontext, ale také například frekvenci děje a jeho čas.

Rod: Poměrně častý trpný rod v anglickém jazyce je v češtině akceptovatelný jen mimořádně, překladatel proto musí zvolit jiné vhodné řešení, zvláště pokud není znám agent děje. (Knittlová,

2. Syntaktická ekvivalence

Častým syntaktickým jevem je užití anglických polovětných infinitivů, gerundií a participií, tedy větných konstrukcí, které lze do českého jazyka přeložit pomocí slovesných tvarů, vedlejší věty apod. Tyto tzv. větné kondenzory jsou v anglickém jazyce poměrně běžné, překladatel tedy musí dbát na správné porozumění logice věty, kterou měl autor na mysli a zvolit jazykový prostředek či spojení s ohledem na tuto skutečnost. Toto může ale zároveň vést ke zpřesňování významu textu, čímž se ale porušuje celková textová ekvivalence. (Knittlová, 92-95)

3.3.3 Textová ekvivalence

Textová ekvivalence je na stejné úrovni jako ekvivalence lexikální a gramatická. Týká se organizace textu, jeho informační struktury, koheze a koherence. Metoda práce musí být zvolena s ohledem na to, zda se překladatel rozhodne přizpůsobit formu organizace textu svému jazyku či jazyku výchozímu.

4 Překlad

<p>CHAPTER 2</p> <p>Matter Turns Intelligent</p> <p>(...)</p> <p>One of the most spectacular developments during the 13.8 billion years since our Big Bang is that dumb and lifeless matter has turned intelligent. How could this happen and how much smarter can things get in the future? What does science have to say about the history and fate of intelligence in our cosmos? To help us tackle these questions, let's devote this chapter to exploring the foundations and fundamental building blocks of intelligence. What does it mean to say that a blob of matter is intelligent? What does it mean to say that an object can remember, compute and learn?</p> <p>What Is Intelligence?</p> <p>(...)</p> <p>In our exploration of the future of intelligence, we want to take a maximally broad and inclusive view, not limited to the sorts of intelligence that exist so far. That's why the definition I gave in the last chapter, and the way I'm going to use the word throughout this book, is very broad:</p>	<p>KAPITOLA 2</p> <p>Hmota nabývá inteligence</p> <p>(...)</p> <p>Jedna z nejpozoruhodnějších změn, které nastaly v průběhu 13,8 miliard let od našeho Velkého třesku, byl moment, kdy se z neinteligentní a neživé hmoty vyvinul inteligentní život. Jak k tomu mohlo dojít a jak se může inteligence vyvinout do budoucna? Může nám věda něco naznačit o historii a osudu inteligence v našem vesmíru? Abychom odpověděli na tyto otázky, věnujme v následujících kapitolách pozornost zkoumání základů a elementárních stavebních kamenů inteligence. Podle čeho můžeme označit kus hmoty jako inteligentní? Co to znamená, když řekneme, že má nějaký objekt paměť, umí počítat a učit se?</p> <p>Co je to inteligence?</p> <p>(...)</p> <p>Je třeba, abychom v našem budoucím průzkumu inteligence zaujali maximálně rozšířený a důkladný pohled na věc, který se neomezuje pouze na její dosud poznané druhy. Proto je definice zmíněná v předchozí kapitole a způsob, kterým ji budu používat v rozsahu celé knihy, velice široká:</p>
---	---

<p>intelligence = ability to accomplish complex goals</p> <p>This is broad enough to include all above-mentioned definitions, since understanding, self-awareness, problem solving, learning, etc. are all examples of complex goals that one might have. It's also broad enough to subsume the Oxford Dictionary definition—"the ability to acquire and apply knowledge and skills"—since one can have as a goal to apply knowledge and skills.</p> <p>Because there are many possible goals, there are many possible types of intelligence. By our definition, it therefore makes no sense to quantify intelligence of humans, non-human animals or machines by a single number such as an IQ. What's more intelligent: a computer program that can only play chess or one that can only play Go? There's no sensible answer to this, since they're good at different things that can't be directly compared. We can, however, say that a third program is more intelligent than both of the others if it's at least as good as them at accomplishing all goals, and strictly better at at least one (winning at chess, say).</p> <p>It also makes little sense to quibble about whether something is or isn't intelligent in borderline cases, since ability comes on a</p>	<p>intelligence = schopnost dosáhnout komplexních cílů</p> <p>Tato definice je natolik všeobecná, aby zahrнула i všechny definice dříve zmíněné, jelikož porozumění, sebeuvědomění, řešení problémů, učení atd. jsou vše příklady možných komplexních cílů. Definice je zároveň dostatečně všeobecná, aby obsáhla i anglický termín „intelligence“ v Oxfordském studijním slovníku – „schopnost získat a použít vědomosti a dovednosti“ – jelikož naším cílem může být právě použití vědomostí a dovedností.</p> <p>Díky existenci široké škály možných cílů existuje i velké množství druhů inteligence. Podle naší definice tedy nedává smysl číselně vyjadřovat inteligenci lidstva, dalších tvorů nebo strojů pomocí jediného údaje, jakým je třeba IQ. Co je inteligentnější? Počítačový program, který umí hrát pouze šachy nebo ten, který umí hrát pouze Go? Na tuto otázku neexistuje jednoznačná odpověď, jelikož oba počítače jsou zdatné v jiných oblastech, které nelze přímo porovnat. Můžeme ale říct, že třetí program je inteligentnější než oba dva dříve zmíněné, pokud je stejně zdatný v naplňování obou cílů a prokazatelně lepší v alespoň jednom z nich (řekněme ve hře v šachy).</p> <p>Je zbytečné slovíčkařit ohledně toho, zda něco je nebo není inteligentní, a to zejména v případě hraničních jevů, jelikož jde</p>
--	--

<p>spectrum and isn't necessarily an all-or-nothing trait. What people have the ability to accomplish the goal of speaking? Newborns? No. Radio hosts? Yes. But what about toddlers who can speak ten words? Or five hundred words? Where would you draw the line? I've used the deliberately vague word "complex" in the definition above, because it's not very interesting to try to draw an artificial line between intelligence and non-intelligence, and it's more useful to simply quantify the degree of ability for accomplishing different goals.</p> <p>To classify different intelligences into a taxonomy, another crucial distinction is that between narrow and broad intelligence. IBM's Deep Blue chess computer, which dethroned chess champion Garry Kasparov in 1997, was only able to accomplish the very narrow task of playing chess—despite its impressive hardware and software, it couldn't even beat a four-year-old at tic-tac-toe.</p> <p>The DQN AI system of Google DeepMind can accomplish a slightly broader range of goals: it can play dozens of different vintage Atari computer games at human level or better. In contrast, human intelligence is thus far uniquely broad, able to master a dazzling panoply of skills. A healthy child given enough training time can get fairly good not</p>	<p>o schopnost měřitelnou na nějaké škále a nelze definitivně určit nebo vyvrátit, zda ji někdo má nebo ne. Kdo disponuje schopnostmi pro dosažení cíle „mluvit“? Novorozenci? Ne. Moderátoři v rádiu? Ano. Jak je to ale v případě batolat, která již umějí třeba deset slov? Nebo pět set slov? Kde byste stanovili hranici? Ve své dříve zmíněné definici jsem úmyslně použil nejednoznačné slovo „komplexní“. Mým cílem není navrhnout umělou hranici mezi inteligencí a ne-inteligencí, považuji za vhodnější jednoduše kvantifikovat úroveň této schopnosti pro dosažení různých cílů.</p> <p>Chceme-li klasifikovat inteligenci v rámci nějaké taxonomie, je potřeba zásadně rozlišovat mezi inteligencí omezenou a rozšířenou. Šachový superpočítač Deep Blue od společnosti IBM, který v roce 1977 porazil šachového velmistra Garriho Kasparova, byl schopen dokončit pouze velice úzce definovaný úkol hraní šachů. Navzdory svému působivému hardwaru a softwaru by neporazil ani čtyřleté dítě v piškvorkách.</p> <p>Systém DQN AI od společnosti Google DeepMind zvládne dosáhnout o něco širšího záběru cílů. Dokáže hrát starší počítačové hry Atari na stejné úrovni jako člověk nebo dokonce lépe. Na druhou stranu je lidská inteligence stále výrazně všestrannější, schopna zvládnout působivou škálu dovedností. Pokud dostane zdravé dítě dostatek</p>
--	---

<p>only at any game, but also at any language, sport or vocation. Comparing the intelligence of humans and machines today, we humans win hands-down on breadth, while machines outperform us in a small but growing number of narrow domains.</p> <p>The holy grail of AI research is to build “general AI” (better known as artificial general intelligence, AGI) that is maximally broad: able to accomplish virtually any goal, including learning. We’ll explore this in detail in chapter 4. The term “AGI” was popularized by the AI researchers Shane Legg, Mark Gubrud and Ben Goertzel to more specifically mean human-level artificial general intelligence: the ability to accomplish any goal at least as well as humans. I’ll stick with their definition, so unless I explicitly qualify the acronym (by writing “superhuman AGI,” for example), I’ll use “AGI” as shorthand for “human-level AGI.”</p> <p>Although the word “intelligence” tends to have positive connotations, it’s important to note that we’re using it in a completely value-neutral way: as ability to accomplish complex goals regardless of whether these goals are considered good or bad. Thus, an intelligent person may be very good at helping people or very good at hurting people. We’ll explore the issue of goals in</p>	<p>času na trénink, naučí se nejen poměrně dobře hrát libovolnou hru, ale také mluvit jakýmkoli cizím jazykem a zvládat libovolný sport nebo činnost. Ve srovnání nynější úrovně inteligence lidí a strojů vítězí lidstvo s přehledem, přičemž nás stroje předbíhají jen v malém, ale rostoucím množství úzce definovaných disciplín.</p> <p>Nejvyšší metou výzkumu UI je postavit tzv. „univerzální umělou inteligenci“ (anglicky „artificial general intelligence“, „AGI“) v tom nejširším slova smyslu. Měla by být schopná dosáhnout téměř jakéhokoli cíle včetně učení se. Tímto tématem se budeme detailně zabývat ve čtvrté kapitole. Termín „univerzální umělá inteligence“ zpopularizovali tři výzkumníci umělé inteligence, Shane Legg, Mark Gubrud a Ben Goertzel. Konkrétně tím mysleli umělou inteligence na úrovni člověka, tedy schopnost dosáhnout libovolného cíle stejně dobře nebo lépe než lidé. Budu se držet této definice, takže pokud záměrně nepoužiju rozšířený akronym (např. nadlidské AGI), budu používat zkratku AGI pro označení „AGI na úrovni člověka.“</p> <p>Ačkoli mívá slovo „intelligence“ víceméně pozitivní konotace, je třeba uvést, že ho v této knize používám v naprosto neutrálním smyslu. Jde o schopnost dosahovat komplexních cílů bez ohledu na to, zda jsou tyto cíle dobré či špatné. Člověk může být zároveň inteligentní a opravdu zdatný v pomáhání nebo naopak ubližování druhým. Problematiku cílů</p>
--	--

<p>chapter 7. Regarding goals, we also need to clear up the subtlety of whose goals we're referring to. Suppose your future brand-new robotic personal assistant has no goals whatsoever of its own, but will do whatever you ask it to do, and you ask it to cook the perfect Italian dinner. If it goes online and researches Italian dinner recipes, how to get to the closest supermarket, how to strain pasta and so on, and then successfully buys the ingredients and prepares a succulent meal, you'll presumably consider it intelligent even though the original goal was yours. In fact, it adopted your goal once you'd made your request, and then broke it into a hierarchy of subgoals of its own, from paying the cashier to grating the Parmesan. In this sense, intelligent behavior is inexorably linked to goal attainment.</p> <p>It's natural for us to rate the difficulty of tasks relative to how hard it is for us humans to perform them. But this can give a misleading picture of how hard they are for computers. It feels much harder to multiply 314,159 by 271,828 than to recognize a friend in a photo, yet computers creamed us at arithmetic long before I was born, while human-level image recognition has only recently become possible. This fact that low-level sensorimotor tasks seem easy despite requiring enormous computational resources is known as Moravec's paradox and is explained by the fact that our brain makes such tasks feel easy by dedicating massive</p>	<p>probereme v kapitole číslo 7. Pokud jde o cíle, je také potřeba vyjasnit si, o čí cíle se jedná. Představte si, že váš budoucí zbrusu nový robotický osobní asistent nemá žádné vlastní cíle, ale splní cokoli, co mu zadáte. Požádáte ho, aby vám uvařil dokonalou italskou večeři. Nejprve si udělá přehled italských receptů na internetu, zjistí, jak se dostat do nejbližšího supermarketu, jak se slévají špagety atd. Poté nakoupí všechny ingredience a vytvoří chutné jídlo. Můžete si myslet, že je inteligentní, ačkoli byl původní cíl váš. Ve skutečnosti přejal asistent váš cíl za svůj, rozdělil si ho na systém menších podúkolů od placení prodavačce až po strouhání parmezánu. V tomto smyslu je inteligentní chování neúprosně vázáno na dosahování cílů.</p> <p>Je přirozené že hodnotíme úroveň obtížnosti úkolů na základě toho, jak složité je jejich vykonání pro nás. To ale může vést ke klamné představě, že jsou stejně jednoduché i pro počítače. Máme pocit, že je mnohem těžší násobit 314,159 x 271,828 než rozeznat kamaráda na fotografii, ale počítače nás v počítání předčily dříve, než jsem se narodil, zatímco rozpoznání osob na fotografii zvládly až teprve nedávno. Tento jev, při kterém vypadá takový nízko-úrovňový sensorimotorický úkol jednoduše, ačkoli vyžaduje ohromné výpočetní prostředky, je znám jako Moravcův paradox, který říká, že náš mozek pro nás ve skutečnosti tuto činnost</p>
--	---

<p>amounts of customized hardware to them—more than a quarter of our brains, in fact.</p> <p>I love this metaphor from Hans Moravec:</p> <p>Computers are universal machines; their potential extends uniformly over a boundless expanse of tasks. Human potentials, on the other hand, are strong in areas long important for survival, but weak in things far removed. Imagine a “landscape of human competence,” having lowlands with labels like “arithmetic” and “rote memorization,” foothills like “theorem proving” and “chess playing,” and high mountain peaks labeled “locomotion,” “hand-eye coordination” and “social interaction.” Advancing computer performance is like water slowly flooding the landscape. A half century ago it began to drown the lowlands, driving out human calculators and record clerks, but leaving most of us dry. Now the flood has reached the foothills, and our outposts there are contemplating retreat. We feel safe on our peaks, but, at the present rate, those too will be submerged within another half century. I propose that we build Arks as that day nears and adopt a seafaring life!</p> <p>During the decades since he wrote those passages, the sea level has kept rising relentlessly, as he predicted, like global warming on steroids, and some of his foothills (including chess) have long since</p>	<p>zjednodušuje použitím masivního množství přizpůsobeného hardwaru – až čtvrtinu celého mozku.</p> <p>Tuto metaforu od Hanse Moravce mám moc rád:</p> <p>Počítače jsou univerzální stroje, jejichž potenciál rovnoměrně pokrývá nekonečný rozsah úkolů. Oproti tomu má lidský potenciál silné stránky v oblasti dlouhodobého přežití, ale je slabý ve věcech velice odlišných. Představte si „krajinu lidských schopností“, která má nížiny označené „aritmetika“ a „mechanické memorování“, předhůří jako „dokazování teorémů“ a „hraní v šachy“ a vysoké horské vrcholky pojmenované „lokomoce“, „vizuomotorika“ a „společenská interakce“. Vyvíjející se výkon počítačů je jako voda, která pomalu zaplavuje tuto krajinu. Před půl stoletím začala zaplavovat nížiny, nahradila zaměstnání lidských počtářů a správce záznamů, ale další druhy povolání tehdy ještě neohrozila. Nyní již voda dosahuje až k úpatí vrcholů a naše předsunuté hlídky uvažují o ústupu. My si na vrcholech hor připadáme v bezpečí, ale s ohledem na rychlost dnešního vývoje budou i místa zaplavena už za dalších padesát let. Navrhuji, abychom si postavili archy a adaptovali se na život na moři, protože ten den se blíží.</p> <p>Od doby kdy Moravec napsal napsal tyto pasáže uplynula desetiletí. Jak předpokládal, hladina moře se neúprosně zvyšuje, jako kdybychom urychlili globální oteplování,</p>
---	--

<p>been submerged. What comes next and what we should do about it is the topic of the rest of this book.</p> <p>As the sea level keeps rising, it may one day reach a tipping point, triggering dramatic change. This critical sea level is the one corresponding to machines becoming able to perform AI design. Before this tipping point is reached, the sea-level rise is caused by humans improving machines; afterward, the rise can be driven by machines improving machines, potentially much faster than humans could have done, rapidly submerging all land. This is the fascinating and controversial idea of the singularity, which we'll have fun exploring in chapter 4.</p> <p>Computer pioneer Alan Turing famously proved that if a computer can perform a certain bare minimum set of operations, then, given enough time and memory, it can be programmed to do anything that any other computer can do. Machines exceeding this critical threshold are called universal computers (aka Turing-universal computers); all of today's smartphones and laptops are universal in this sense. Analogously, I like to think of the critical intelligence threshold required for AI design as the threshold for universal intelligence: given enough time and resources, it can make itself able to accomplish any goal as well as any other intelligent entity. For example, if it</p>	<p>a některá předhůří (včetně hry v šachy) jsou již zatopena. Co se teď stane a co bychom s tím měli dělat, tím se zabývám ve zbylé části této knihy.</p> <p>Hladina moře stále stoupá, jednoho dne možná dosáhne bodu zlomu a vyvolá dramatické změny. Kritická úroveň mořské hladiny nastane v momentě vzniku strojů, které budou schopné navrhovat vlastní design UI. Před dosažením tohoto bodu zlomu je stoupající hladina ovlivněna lidskou činností, později bude výsledkem činnosti strojů vylepšujících další stroje, teoreticky mnohem rychleji, než by zvládl člověk. Nakonec voda překotně zaplaví veškerou pevninu. Takto vypadá fascinující a kontroverzní představa singularity, o které diskutujeme v kapitole číslo 4.</p> <p>Počítačový průkopník Alan Turing dokázal, že pokud zvládne počítač vykonat určité základní minimum operací, může být zároveň, pokud bude mít dostatek času a paměti, naprogramován k čemukoli, co zvládne jakýkoli jiný počítač. Strojům přesahujícím tuto kritickou hranici se říká univerzální Turingův stroj; všechny dnešní smartphony a laptopy jsou v tomto smyslu univerzální. Podobně jsem toho názoru, že kritický bod zlomu ve vývoji inteligence schopné navrhovat UI existuje stejně jako hraniční hodnoty pro vznik univerzální umělé inteligence. Při dostatku času a zdrojů se naučí, jak dosahovat různých cílů stejně jako jiná inteligentní entita. Například pokud se stroj</p>
---	---

<p>decides that it wants better social skills, forecasting skills or AI-design skills, it can acquire them. If it decides to figure out how to build a robot factory, then it can do so. In other words, universal intelligence has the potential to develop into Life 3.0.</p> <p>The conventional wisdom among artificial intelligence researchers is that intelligence is ultimately all about information and computation, not about flesh, blood or carbon atoms. This means that there's no fundamental reason why machines can't one day be at least as intelligent as us.</p> <p>But what are information and computation really, given that physics has taught us that, at a fundamental level, everything is simply matter and energy moving around? How can something as abstract, intangible and ethereal as information and computation be embodied by tangible physical stuff? In particular, how can a bunch of dumb particles moving around according to the laws of physics exhibit behavior that we'd call intelligent?</p> <p>If you feel that the answer to this question is obvious and consider it plausible that machines might get as intelligent as humans this century—for example because you're an AI researcher—please skip the rest of this chapter and jump straight to chapter 3. Otherwise, you'll be pleased to know that</p>	<p>rozhodne získat lepší sociální schopnosti, naučit se předpovídat počasí nebo sestrojít design UI, může si tyto schopnosti osvojit. Pokud si dá za cíl navrhnout stavbu továrny na roboty, může tak učinit. Jinými slovy, univerzální inteligence má potenciál vyvinout se v život ve verzi 3.0.</p> <p>Výzkumníci umělé inteligence zastávají tradiční názor, že inteligence je závislá pouze na informacích a početních úkonech, ale není závislá na mase, krvi nebo atomech uhlíku. To znamená, že neexistuje žádná principiální překážka pro vytvoření strojů, které budou jednoho dne minimálně stejně inteligentní jako my.</p> <p>Když se ale zamyslíme nad vědomostmi, které známe díky fyzice, na základní úrovni nejsou informace ani výpočty nic jiného, než hmota a energie pohybující se v prostoru. Jak může být něco tak abstraktního, nehmotného a éterického jako informace a komputace ztělesněno hmatatelnou formou? Nebo přesněji, jak je možné, že houf neinteligentních částic pohybujících se v prostoru v souladu s fyzikálními zákony dokáže projevit chování, které bychom označili za inteligentní?</p> <p>Pokud máte pocit, že odpověď na tuto otázku je zjevná a jste přesvědčeni o tom, že je možné, aby stroje dosáhly úrovně lidské inteligence již v tomto století – například pokud jste výzkumník UI – přeskočte prosím zbytek této kapitoly a přeskočte rovnou na kapitolu číslo 3.</p>
---	---

<p>I've written the next three sections specially for you.</p> <p>What Is Memory?</p> <p>If we say that an atlas contains information about the world, we mean that there's a relation between the state of the book (in particular, the positions of certain molecules that give the letters and images their colors) and the state of the world (for example, the locations of continents). If the continents were in different places, then those molecules would be in different places as well. We humans use a panoply of different devices for storing information, from books and brains to hard drives, and they all share this property: that their state can be related to (and therefore inform us about) the state of other things that we care about.</p> <p>What fundamental physical property do they all have in common that makes them useful as memory devices, i.e., devices for storing information? The answer is that they all can be in many different long-lived states—long-lived enough to encode the information until it's needed. As a simple example, suppose you place a ball on a hilly surface that has sixteen different valleys. Once the ball has rolled down and come to rest, it will be in one of sixteen places, so you can use its position as a way of remembering any number between 1 and 16.</p> <p>This memory device is rather robust, because even if it gets a bit jiggled and disturbed by</p>	<p>V opačném případě vás potěší, že následující tři sekce jsem napsal právě pro vás.</p> <p>Co je Paměť?</p> <p>Pokud řekneme, že atlas je vytvořen na základě informací o světě, tvrdíme, že existuje vztah mezi stavem knihy (konkrétně pozicí určitých molekul, které dávají písmenům a obrazům určitou barvu) a stavem světa (například polohou kontinentů). Pokud by byly kontinenty na jiných místech, molekuly tvořící knihu by byly také rozmístěny jiným způsobem. My lidé používáme škálu různých nástrojů pro uchovávání informací, ať už jde o knihy, mozek či paměťový disk. Tyto nástroje mají podobné vlastnosti. Jejich stav může být vztažen (a může nás tak informovat) ke stavu jiných věcí, které nás zajímají.</p> <p>Jakými základními fyzikálními vlastnostmi tato zařízení společně disponují, které jim umožňují sloužit jako paměťový prostředek, tj. prostředek pro uchovávání informací? Všechny existují v různých dlouhotrvajících časových intervalech – natolik dlouhodobých, aby zařízení zakódovala informace až do doby, než je bude třeba získat. Představte si například, že umístíte míč na nepravidelný povrch s šestnácti různými údolími. Ve chvíli, kdy se skutálí a ustálí, bude ležet v jedné ze šestnácti nížin, a tak můžete jeho polohu použít jako způsob zapamatování si čísla mezi 1 a 16.</p> <p>Toto paměťové zařízení je poměrně odolné, protože i když bychom jím zatřásli nebo jej</p>
---	---

<p>outside forces, the ball is likely to stay in the same valley that you put it in, so you can still tell which number is being stored. The reason that this memory is so stable is that lifting the ball out of its valley requires more energy than random disturbances are likely to provide. This same idea can provide stable memories much more generally than for a movable ball: the energy of a complicated physical system can depend on all sorts of mechanical, chemical, electrical and magnetic properties, and as long as it takes energy to change the system away from the state you want it to remember, this state will be stable. This is why solids have many long-lived states, whereas liquids and gases don't: if you engrave someone's name on a gold ring, the information will still be there years later because reshaping the gold requires significant energy, but if you engrave it in the surface of a pond, it will be lost within a second as the water surface effortlessly changes its shape.</p>	<p>jinak narušili vnější silou, míč nejspíš zůstane na stejném místě, takže lze stále určit, které číslo jsme takto zaznamenali. Díky tomu, že je energie potřebná na vyjmutí míče z údolí vyšší než energie vyvolaná náhodnými vzruchy, je tato paměť velice stabilní. Stejný princip je základem mnohem běžnějšího způsobu uchování informací než pomocí pohyblivého míče. Energie komplikovaného fyzického systému může být závislá na všech druzích mechanických, chemických, elektrických a magnetických vlastností, a dokud je množství energie pro změnu stavu systému stále nižší, než je potřeba pro jeho uchování, zůstane zařízení stabilní. Právě proto zůstávají látky v pevném skupenství v dlouhodobě stejném stavu, zatímco tekutiny a plyny ne. Pokud vyryjete něčí jméno na zlatý prsten, informace bude uložena i po letech, protože změna tvaru zlata vyžaduje podstatné množství energie, ale pokud totéž napíšete na hladinu jezírka, ztratí se informace během vteřiny, když se vodní povrch lehce zacelí.</p>
<p>The simplest possible memory device has only two stable states. We can therefore think of it as encoding a binary digit (abbreviated "bit"), i.e., a zero or a one. The information stored by any more complicated memory device can equivalently be stored in multiple bits: for example, taken together, the four bits can be in $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ different states 0000, 0001, 0010, 0011, ..., 1111, so they</p>	<p>Nejjednodušší možné paměťové zařízení má pouze dvě stabilní polohy. Můžeme je tedy brát jako zaznamenávání dvojkové číslice (z anglického Binary digit, zkratka „bit“), tj. nula a jedna. Informace uložená nějakým složitým paměťovým zařízením může být stejným způsobem uložena v několika bitech. Například pokud rozložíme čtyři bity na $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ různých stavů – 0000, 0001, 0010,</p>

<p>collectively have exactly the same memory capacity as the more complicated 16-state system (left). We can therefore think of bits as atoms of information—the smallest indivisible chunk of information that can’t be further subdivided, which can combine to make up any information. For example, I just typed the word “word,” and my laptop represented it in its memory as the 4-number sequence 119 111 114 100, storing each of those numbers as 8 bits (it represents each lowercase letter by a number that’s 96 plus its order in the alphabet). As soon as I hit the w key on my keyboard, my laptop displayed a visual image of a w on my screen, and this image is also represented by bits: 32 bits specify the color of each of the screen’s millions of pixels.</p> <p>Since two-state systems are easy to manufacture and work with, most modern computers store their information as bits, but these bits are embodied in a wide variety of ways. On a DVD, each bit corresponds to whether there is or isn’t a microscopic pit at a given point on the plastic surface. On a hard drive, each bit corresponds to a point on the surface being magnetized in one of two ways. In my laptop’s working memory, each bit corresponds to the positions of certain electrons, determining whether a device called a micro-capacitor is charged. Some kinds of bits are convenient to transport as</p>	<p>0011, ..., 1111, mají naprosto stejnou paměťovou kapacitu jako komplikovanější systém šestnácti nížin. Můžeme proto bity považovat za atomy informace – nejmenší nedělitelný kus informace, který již nelze dále rozdělit, a který svými kombinacemi může vyjádřit jakoukoli informaci. Nyní jsem například napsal slovo „slovo“ a můj počítač si je ve své paměti zaznačí jako 5číselnou sekvenci čísel 115 108 111 118 111. Každé z těchto čísel je uloženo jako 8bitová informace (každé malé písmeno je vyjádřeno číslem, které je součet čísla 96 a pořadím písmena v abecedě). Ve chvíli, kdy stisknu tlačítko „s“ na své klávesnici, můj počítač zobrazí vizuální podobu písmene s na obrazovce, a tento obrázek také vyjádří v bitech. 32 bitů určuje barvu každého z milionů pixelů na obrazovce.</p> <p>Díky jednoduchosti výroby a použití dvoustavového systému ukládá většina moderních počítačů informace v bitech, ale tyto bity jsou zakódované množstvím různých způsobů. Každý bit na DVD odpovídá mikroskopické prohlubni nebo vyvýšenině na plastickém povrchu disku. Na pevném disku je tato informace rozpoznatelná dle toho, zda je určité místo povrchu zmagnetizováno jedním či druhým pólem. V operační paměti mého počítače závisí každý bit na pozici určitých elektronů, které svou polohou ukážou, zda je zařízení zvané kondenzátor napájené. Některé druhy bitů jsou také jednoduše přenositelné, dokonce rychlostí světla:</p>
--	--

<p>well, even at the speed of light: for example, in an optical fibre transmitting your email, each bit corresponds to a laser beam being strong or weak at a given time.</p> <p>Engineers prefer to encode bits into systems that aren't only stable and easy to read from (as a gold ring), but also easy to write to: altering the state of your hard drive requires much less energy than engraving gold. They also prefer systems that are convenient to work with and cheap to mass-produce. But other than that, they simply don't care about how the bits are represented as physical objects—and nor do you most of the time, because it simply doesn't matter! If you email your friend a document to print, the information may get copied in rapid succession from magnetizations on your hard drive to electric charges in your computer's working memory, radio waves in your wireless network, voltages in your router, laser pulses in an optical fiber and, finally, molecules on a piece of paper. In other words, information can take on a life of its own, independent of its physical substrate! Indeed, it's usually only this substrate-independent aspect of information that we're interested in: if your friend calls you up to discuss that document you sent, she's probably not calling to talk about voltages or molecules. This is our first hint of how something as intangible as intelligence can be embodied in tangible physical stuff, and we'll soon see how this idea of substrate</p>	<p>například optický kabel posílající váš email přenáší každý bit podle vysoké či nízké intenzity laserového paprsku.</p> <p>Inženýři preferují kódování bitů do systémů, které jsou nejen stabilní a snadno čitelné (jako zlatý prsten), ale na které se snadno zapisuje: úprava stavu pevného disku vyžaduje značně menší množství energie než rytí zlata. Také mají raději snadno ovladatelné systémy s levnou masovou výrobou. Kromě těchto podmínek už je ale nezajímá, jakým způsobem jsou bity fyzicky uloženy – a vás koneckonců většinou také ne, protože na tom jednoduše nezáleží! Pokud odešlete své kamarádce dokument k tisku, informace se začnou rapidní rychlostí kopírovat nejprve pomocí magnetizace na vašem pevném disku, na elektrické výboje v operační paměti počítače, do rádiových vln a na vaši bezdrátovou síť, na napětí ve vašem routeru a přes laserové impulsy v optickém vlákně, až se nakonec přemění v molekuly na kusu papíru. Jinými slovy již mohou informace žít vlastním životem, nezávisle na svém fyzickém substrátu! Skutečně, většinou nás zajímá právě pouze tato informace nezávislá na své hmotné podstatě: pokud vám kamarádka zavolá ohledně dokumentů, které jste jí poslali, nevolá nejspíš kvůli napětí nebo molekulám. To je naše první nápoděda pro porozumění tomu, že i něco tak neuchopitelného, jako je inteligence, může být vtěleno do něčeho ohraničeného a fyzického. Brzy se dozvíme, jak hluboká myšlenka za touto nezávislostí na</p>
--	--

<p>independence is much deeper, including not only information but also computation and learning.</p> <p>Because of this substrate independence, clever engineers have been able to repeatedly replace the memory devices inside our computers with dramatically better ones, based on new technologies, without requiring any changes whatsoever to our software. The result has been spectacular: over the past six decades, computer memory has gotten half as expensive roughly every couple of years. Hard drives have gotten over 100 million times cheaper, and the faster memories useful for computation rather than mere storage have become a whopping 10 trillion times cheaper. If you could get such a “99.9999999999% off” discount on all your shopping, you could buy all real estate in New York City for about 10 cents and all the gold that’s ever been mined for around a dollar.</p> <p>For many of us, the spectacular improvements in memory technology come with personal stories. I fondly remember working in a candy store back in high school to pay for a computer sporting 16 kilobytes of memory, and when I made and sold a word processor for it with my high school classmate Magnus Bodin, we were forced to write it all in ultra-compact machine code to leave enough memory for the words that it was supposed to process. After getting used</p>	<p>substrátu stojí a že není aplikovatelná jen na informace, ale i pro komputaci a učení se.</p> <p>Díky nezávislosti na substrátu byli chytrí inženýři schopni opakovaně nahradit paměťová zařízení počítačů závratně lepšími variantami, založenými na nových technologiích a bez potřeby měnit stávající software. Výsledek je velkolepý: za posledních šedesát let se cena počítačové paměti snižuje o polovinu každých pár let. Pevné disky jsou nyní asi 100 milionkrát levnější a rychlejší operační paměť, která je mnohem výhodnější pro komputaci, než pro obyčejné ukládání informací, je astronomicky hned 10 trilionkrát levnější. Pokud byste dostali slevu „99,9999999999 %“ na všechny vaše nákupy, mohli byste si dovolit nemovitost v centru New Yorku asi za 10 centů a všechno zlato, co kdy bylo vytěženo, asi za dolar.</p> <p>Mnoho z nás má tento působivý pokrok paměťových technologií spojený s nějakým osobním zážitkem. Já si vzpomínám, jak jsem na střední škole pracoval v cukrárně, abych si mohl dovolit počítač s pamětí 16 kilobajtů a když jsme s mým spolužákem Magnusem Bodinem napsali a prodali textový procesor, museli jsme ho naprogramovat v ultra-kompaktním strojovém kódu, aby zůstal dostatek paměti pro slova, která měl zpracovávat. Jakmile jsme si zvykli na diskety, na které se vešlo 70 kB, už jsem byl nadšen</p>
---	--

<p>to floppy drives storing 70kB, I became awestruck by the smaller 3.5-inch floppies that could store a whopping 1.44MB and hold a whole book, and then my first-ever hard drive storing 10MB—which might just barely fit a single one of today’s song downloads. These memories from my adolescence felt almost unreal the other day, when I spent about \$100 on a hard drive with 300,000 times more capacity.</p> <p>What about memory devices that evolved rather than being designed by humans? Biologists don’t yet know what the first-ever life form was that copied its blueprints between generations, but it may have been quite small. A team led by Philipp Holliger at Cambridge University made an RNA molecule in 2016 that encoded 412 bits of genetic information and was able to copy RNA strands longer than itself, bolstering the “RNA world” hypothesis that early Earth life involved short self-replicating RNA snippets. So far, the smallest memory device known to be evolved and used in the wild is the genome of the bacterium <i>Candidatus Carsonella ruddii</i>, storing about 40 kilobytes, whereas our human DNA stores about 1.6 gigabytes, comparable to a downloaded movie. As mentioned in the last chapter, our brains store much more information than our genes: in the ballpark of 10 gigabytes electrically (specifying which of your 100 billion neurons are firing at any one time) and 100 terabytes chemically/biologically</p>	<p>z malinkých 3,5palcových disketek s pamětí hned 1,44 MB, což byla celá kniha, a pak z mého úplně prvního pevného disku s pamětí 10 MB – kam by se stěží vešla běžně velká stažená písnička. Tyto vzpomínky na dospívání mi teď připadají jak z jiného světa, když si dnes za 100 dolarů koupím pevný disk s 300 000násobkem takové kapacity.</p> <p>A co paměťová zařízení, která se vyvinula samostatně a nenavrl je člověk? Biologové zatím nemohou s jistotou říct, která z prvních životních forem jako první kopírovala své „technické návrhy“ mezi své generace, ale byla pravděpodobně poměrně malá. Tým vedený Philippem Holligerem na Cambridgeské univerzitě vytvořil v roce 2016 RNA molekulu, která obsahovala 412 bitů genetické informace a byla schopná kopírovat RNA šroubovice, které byly složitější než ty, kterými byla tvořena, což dokazuje hypotézu „RNA světa,“ která tvrdí, že první životní formy na Zemi byly schopné replikovat vlastní části RNA. Doposud nejmenší známé paměťové zařízení, které se přirozeně vyskytuje v přírodě, je bakterie <i>Candidatus Caronella ruddii</i> a uchovává 40 kilobajtů informací, zatímco naše lidská DNA zabírá asi 1,6 gigabajtů, tedy asi o běžné velikosti staženého filmu. Jak jsem zmiňoval v předchozí kapitole, naše mozky mají vyšší kapacitu paměti než naše geny: hrubým odhadem asi 10 gigabajtů elektrické kapacity</p>
--	--

<p>(specifying how strongly different neurons are linked by synapses). Comparing these numbers with the machine memories shows that the world's best computers can now out-remember any biological system—at a cost that's rapidly dropping and was a few thousand dollars in 2016.</p> <p>The memory in your brain works very differently from computer memory, not only in terms of how it's built, but also in terms of how it's used. Whereas you retrieve memories from a computer or hard drive by specifying where it's stored, you retrieve memories from your brain by specifying something about what is stored. Each group of bits in your computer's memory has a numerical address, and to retrieve a piece of information, the computer specifies at what address to look, just as if I tell you "Go to my bookshelf, take the fifth book from the right on the top shelf, and tell me what it says on here." In contrast, you retrieve information from your brain similarly to how you retrieve it from a search engine: you specify a piece of the information or something related to it, and it pops up. If I tell you "to be or not," or if I google it, chances are that it will trigger "To be, or not to be, that is the question." Indeed, it will probably work even if I use another part of the quote or mess things up somewhat. Such memory systems are called</p>	<p>(určuje, který výboj z vašich 100 milionů neuronů právě probíhá) a 100 terabajtů chemické/biologické (určuje, jak silně jsou jednotlivé neurony propojeny synapsí). Porovnáním těchto čísel se strojovou pamětí zjistíme, že ty nejlepší počítače na světě už mají vyšší paměť než kterýkoli biologický systém – s cenou, která rapidně klesá a v roce 2016 byla jen několik tisíc dolarů.</p> <p>Paměť vašeho mozku pracuje hodně odlišně od paměti počítačové, a to nejen z pohledu konstrukce, ale také z hlediska použití. Zatímco v počítači nebo na pevném disku hledáte informace zadáním adresy jejich umístění, vlastní vzpomínky naleznete v mozku specifikací jejich povahy. Každá skupina bitů v paměti vašeho počítače má numerickou adresu a pro získání konkrétní informace musí počítač určit, na které umístění se podívat. Podobně jako kdybych řekl „Jdi k mojí knihovně, vezmi na horní polici pátou knihu zprava a řekni mi, co se tam píše.“ Naopak informace ve svém mozku hledáte spíše zadáním dotazu do vyhledávacího pole vyhledávače: zpřesníte o kterou informaci se jedná nebo s čím je spojena, podle čehož dostanete výsledek. Pokud řeknu „být či ne,“ nebo tuto frázi vygoogluju, s nejvyšší pravděpodobností dostanu výsledek „být či nebýt, to je oč tu běží.“ Samozřejmě to bude fungovat i pokud použiju jinou část tohoto citátu nebo ho nějakým způsobem popletu. Tento paměťový systém je nazýván auto-</p>
---	---

<p>auto-associative, since they recall by association rather than by address.</p> <p>In a famous 1982 paper, the physicist John Hopfield showed how a network of interconnected neurons could function as an auto-associative memory. I find the basic idea very beautiful, and it works for any physical system with multiple stable states. For example, consider a ball on a surface with two valleys, like the one-bit system and let's shape the surface so that the x-coordinates of the two minima where the ball can come to rest are $x = \sqrt{2} \approx 1.41421$ and $x = \pi \approx 3.14159$, respectively. If you remember only that π is close to 3, you simply put the ball at $x = 3$ and watch it reveal a more exact π-value as it rolls down to the nearest minimum. Hopfield realized that a complex network of neurons provides an analogous landscape with very many energy-minima that the system can settle into, and it was later proved that you can squeeze in as many as 138 different memories for every thousand neurons without causing major confusion.</p>	<p>asociativní, jelikož jde o hledání pomoci asociací a ne podle adresy.</p> <p>Ve slavném článku z roku 1982 popisuje fyzik John Hopfield způsob, jakým by mohla být síť propojených neuronů využita pro simulaci auto-asociativní paměti. Základní myšlenka mi připadá krásná a funguje stejným způsobem i pro jiné fyzické paměti s nějakými stabilními stavy. Představte si například zmíněný míč ve dvoubitovém systému dvou prohlubní a upravte plochu tak, aby souřadnice místa, kam se míč skutálí, byly $x = \sqrt{2} \approx 1.41421$ a $x = \pi \approx 3.14159$. Jistě si vzpomenete, že π je blízko číslu 3, a tak jednoduše umístíte míč na pozici $x = 3$ a budete sledovat, jak míč ukáže správnou polohu hodnoty π, jelikož se skutálí do nejbližšího minima. Hopfield si uvědomil, že komplexní síť neuronů poskytuje analogickou krajinu s velice nízkou minimální požadovanou energií, do které může být systém uložen. Později bylo prokázáno že je možné uložit až 138 různých vzpomínek do každého tisíce neuronů bez způsobení nějakého velkého pomíchání.</p>
<p>What Is Computation?</p> <p>We've now seen how a physical object can remember information. But how can it compute?</p> <p>A computation is a transformation of one memory state into another. In other words, a</p>	<p>Co je to komputace?</p> <p>Jak jsme viděli, fyzický objekt může ukládat informace. Jak je ale může zpracovávat?</p> <p>Komputace je transformace jednoho stavu paměti do druhého. Jinými slovy, komputace</p>

<p>computation takes information and transforms it, implementing what mathematicians call a function. I think of a function as a meat grinder for information: you put information in at the top, turn the crank and get processed information out at the bottom—and you can repeat this as many times as you want with different inputs. This information processing is deterministic in the sense that if you repeat it with the same input, you get the same output every time.</p> <p>Although it sounds deceptively simple, this idea of a function is incredibly general. Some functions are rather trivial, such as the one called NOT that inputs a single bit and outputs the reverse, thus turning zero into one and vice versa. The functions we learn about in school typically correspond to buttons on a pocket calculator, inputting one or more numbers and outputting a single number—for example, the function x^2 simply inputs a number and outputs it multiplied by itself. Other functions can be extremely complicated. For instance, if you're in possession of a function that would input bits representing an arbitrary chess position and output bits representing the best possible next move, you can use it to win the World Computer Chess Championship. If you're in possession of a function that inputs all the world's financial data and outputs the best stocks to buy, you'll soon be extremely rich. Many AI researchers dedicate their careers to figuring out how to implement certain</p>	<p>přijme informaci, změni ji a přidá ji matematicky definovanou funkci. Představuji si funkci jako mlýnek na informaci: vložíte dovnitř informaci, otočíte rukojetí a získáte zpracovanou informaci – a můžete tento proces opakovat kolikrát jen chcete s různými výchozími zdroji. Takové zpracování informace je deterministické v tom smyslu, že pokud opakuje proces se stejnou vstupní hodnotou, dostanete vždy stejný výsledek.</p> <p>Přestože to zní až příliš jednoduše, tato vlastnost funkce je neskutečně všestranná. Některé jsou velice triviální, třeba funkce zvaná „NE,“ která vezme samotný bit a vrátí opak, tedy změni nulu na jedničku nebo naopak. Funkce, o kterých se typicky učíme ve škole, odpovídají tlačítkům kalkulačky. Vložením jednoho nebo více čísel a získání čísla výsledného – vložíte-li například číslo a použijete funkci x^2, číslo se vynásobí sebou samým. Další funkce mohou být extrémně složité. Představte si funkci, do které vložíte bity představující arbitrární šachové umístění a jako výsledek dostanete nejvýhodnější další tah – můžete ji využít pro vítězství ve Světovém Poháru Počítačových Šach. Pomocí funkce, která po vložení celosvětových finančních dat vytvoří seznam akcií, které se vám vyplatí koupit, byste brzy extrémně rychle zbohatli. Mnoho výzkumníků UI se celý život věnuje hledání způsobu, jak implementovat určité funkce. Cílem strojového překladu je</p>
---	--

<p>functions. For example, the goal of machine-translation research is to implement a function inputting bits representing text in one language and outputting bits representing that same text in another language, and the goal of automatic-captioning research is inputting bits representing an image and outputting bits representing text describing it.</p> <p>In other words, if you can implement highly complex functions, then you can build an intelligent machine that's able to accomplish highly complex goals. This brings our question of how matter can be intelligent into sharper focus: in particular, how can a clump of seemingly dumb matter compute a complicated function?</p> <p>Rather than just remain immobile as a gold ring or other static memory device, it must exhibit complex dynamics so that its future state depends in some complicated (and hopefully controllable/programmable) way on the present state. Its atom arrangement must be less ordered than a rigid solid where nothing interesting changes, but more ordered than a liquid or gas. Specifically, we want the system to have the property that if we put it in a state that encodes the input information, let it evolve according to the laws of physics for some amount of time, and then interpret the resulting final state as the output information, then the output is the desired function of the input. If this is the</p>	<p>například implementovat funkci, která po vložení informací ve formě textu uloženého v bitech v jednom jazyce dokáže vytvořit jiný soubor bitů představující stejný text v jazyce cílovém. Cílem výzkumu automatického popisu obrázků je vložit bity představující obrázek a získat bity představující text, který obrázek popisuje.</p> <p>Jinými slovy, pokud se Vám podaří implementovat vysoce komplexní funkce, můžete postavit inteligentní stroj, který je schopen dosahovat vysoce komplexních cílů. Tímto způsobem jsme schopni upřesnit otázku, zda může být hmota inteligentní: tedy lépe, jak může shluk zdánlivě hloupých částic zpracovat komplikovanou funkci?</p> <p>Na rozdíl od pevného zlatého prstenu nebo jiného statického paměťového zařízení musí tento shluk prokázat komplexní dynamiku, aby jeho budoucí stav závisel nějakým komplikovaným (a doufejme kontrolovatelným /programovatelným) způsobem na stavu nynějším. Pozice jeho atomů musí být volnější než u pevného skupenství, v jehož struktuře se nic zajímavého neděje, ale musí být stálejší než v tekutině či plynu. Konkrétně máme zájem o to, abychom mohli tento systém uvést do stavu, ve kterém zvládne vstřebat vloženou informaci, zpracuje ji podle fyzikálních zákonů nebo ji bude zpracovávat po nějaký čas a poté bude schopen interpretovat výsledný stav jakožto výchozí</p>
--	--

<p>case, then we can say that our system computes our function.</p> <p>As a first example of this idea, let's explore how we can build a very simple (but also very important) function called a NAND gate out of plain old dumb matter. This function inputs two bits and outputs one bit: it outputs 0 if both inputs are 1; in all other cases, it outputs 1. If we connect two switches in series with a battery and an electromagnet, then the electromagnet will only be on if the first switch and the second switch are closed ("on"). Let's place a third switch under the electromagnet, such that the magnet will pull it open whenever it's powered on. If we interpret the first two switches as the input bits and the third one as the output bit (with 0 = switch open, and 1 = switch closed), then we have ourselves a NAND gate: the third switch is open only if the first two are closed. There are many other ways of building NAND gates that are more practical—for example, using transistors in today's computers, NAND gates are typically built from microscopic transistors and other components that can be automatically etched onto silicon wafers.</p> <p>There's a remarkable theorem in computer science that says that NAND gates are universal, meaning that you can implement any well-defined function simply by connecting together NAND gates. So if you</p>	<p>informaci. Poté je možné říci, že systém naší funkci zpracoval.</p> <p>Jakožto první příklad této myšlenky si pojďme rozebrat způsob, jakým můžeme vystavět velice jednoduchou (ale zároveň velice důležitou) funkci zvanou „hradlo NAND“ na starém známém neinteligentním kusu hmoty. Tato funkce po vložení informace ze dvou bitů vyhodí informaci o jedné hodnotě: výsledkem je 0, pokud jsou oba vstupy o hodnotě 1; ve všech ostatních případech je výsledkem hodnota 1. Pokud zapojíme dva spínače sériově s baterií a elektromagnetem, elektromagnet bude zapnut pouze v případě, že je první i druhý spínač v pozici uzavřené („on“). Zapojme nyní pod magnet třetí spínač, který bude vypnut aktivováním magnetu. Pokud nyní určíme první a druhý spínač jakožto dvě prvotní informace v bitech a třetí jako výslednou hodnotu (hodnota 0 = otevřený spínač a 1 = uzavřený spínač), vytvořili jsme Hradlo NAND: třetí spínač je otevřený jen za předpokladu, že první dva jsou uzavřené. Existuje mnoho dalších způsobů vytvoření hradla NAND, které jsou mnohem praktičtější – v počítačích jsou pro tvorbu NAND hradla například používány mikroskopické tranzistory a další součástky, které jsou snadno pájitelné na silikonové wafery.</p> <p>Jeden pozoruhodný teorém v počítačové vědě říká, že NAND hradla jsou univerzální, což znamená, že lze aplikovat libovolnou a správně definovanou funkci jednoduchým spojením</p>
---	--

<p>can build enough NAND gates, you can build a device computing anything!</p> <p>MIT researchers Norman Margolus and Tommaso Toffoli coined the name computronium for any substance that can perform arbitrary computations. We've just seen that making computronium doesn't have to be particularly hard: the substance just needs to be able to implement NAND gates connected together in any desired way. Indeed, there are myriad other kinds of computronium as well. A simple variant that also works involves replacing the NAND gates by NOR gates that output 1 only when both inputs are 0. In the next section, we'll explore neural networks, which can also implement arbitrary computations, i.e., act as computronium. Scientist and entrepreneur Stephen Wolfram has shown that the same goes for simple devices called cellular automata, which repeatedly update bits based on what neighboring bits are doing. Already back in 1936, computer pioneer Alan Turing proved in a landmark paper that a simple machine (now known as a "universal Turing machine") that could manipulate symbols on a strip of tape could also implement arbitrary computations. In summary, not only is it possible for matter to implement any well-defined computation, but it's possible in a plethora of different ways.</p>	<p>několika NAND hradel. Pokud tedy dokážete vytvořit dostatek NAND hradel, můžete vytvořit zařízení na výpočet čehokoli!</p> <p>Výzkumníci MIT Norman Margolus a Tommaso Toffoli vytvořili termín „computronium“ pro kteroukoli látku, která dokáže zpracovávat libovolné výpočetní operace. Právě jsme si dokázali, že vytvořit computronium nemusí být nutně složité: látka pouze musí být schopna implementovat propojená NAND hradla v požadovaném způsobu. Skutečně existuje nesčetné množství druhů computronia. Další funkční varianta zahrnuje nahrazení NAND hradla NOR hradlem, jehož výsledkem je hodnota 1 pouze v případě, že jsou obě vstupní hodnoty 0. V další části se podíváme na neuronové sítě, které také dokážou provádět libovolné komputace nebo fungovat jako computronium.</p> <p>Vědec a podnikatel Stephen Wolfram ukázal, že stejné platí pro jednoduchá zařízení zvaná celulární automata, která opakovaně aktualizují bity v závislosti na chování bitů okolních. Již v roce 1936 dokázal počítačový průkopník Alan Turing ve své významné vědecké práci, že jednoduchý stroj (nyní známý jako „Turingův stroj“), který dokáže upravovat data na zapisovací pásce, umí zároveň provádět libovolné komputace. Stručně řečeno, nejen, že je pro hmotu možné implementovat jakékoli definované funkce, ale je možné tak učinit velkým množstvím způsobů.</p>
---	---

<p>As mentioned earlier, Turing also proved something even more profound in that 1936 paper of his: that if a type of computer can perform a certain bare minimum set of operations, then it's universal in the sense that given enough resources, it can do anything that any other computer can do. He showed that his Turing machine was universal, and connecting back more closely to physics, we've just seen that this family of universal computers also includes objects as diverse as a network of NAND gates and a network of interconnected neurons. Indeed, Stephen Wolfram has argued that most non-trivial physical systems, from weather systems to brains, would be universal computers if they could be made arbitrarily large and long-lasting.</p> <p>This fact that exactly the same computation can be performed on any universal computer means that computation is substrate-independent in the same way that information is: it can take on a life of its own, independent of its physical substrate! So if you're a conscious superintelligent character in a future computer game, you'd have no way of knowing whether you ran on a Windows desktop, a Mac OS laptop or an Android phone, because you would be substrate-independent. You'd also have no way of knowing what type of transistors the microprocessor was using.</p>	<p>Jak jsem již zmínil, Turing dokázal něco ještě zásadnějšího než ve své vědecké práci z roku 1936: pokud nějaký počítač umí provést určitý minimální soubor operací, stává se univerzálním v tom smyslu, že pokud mu bude poskytnut dostatek zdrojů, dosáhne stejného výsledku jako jiné počítače. Předvedl, že jeho Turingův stroj je univerzální a pokud se vrátíme zpět k fyzice, všimneme si, že tato rodina univerzálních počítačů obsahuje stejné objekty jako síť NAND hradel nebo jako síť propojených neuronů. Stephen Wolfram ale podotkl, že ty nejsložitější fyzikální systémy, od počasí až po naše mozky, mohou fungovat jako univerzální počítače, pokud by bylo možné je zvětšit a prodloužit jejich životnost.</p> <p>To, že stejné množství komputací může být provedeno na libovolném univerzálním počítači, znamená, že výpočty nejsou závislé na substrátu podobně jako informace: mohou si žít vlastním životem, nezávisle na fyzické podstatě! Pokud byste se stali vědomou superinteligentní entitou ve hře na počítačovou budoucnost, nebudete mít povědomí o tom, zda váš software funguje na systému Windows, Mac nebo Android, protože budete nezávislí na substrátu. Stejně tak byste netušili, který druh tranzistorů a mikroprocesorů byl použit na vaše sestavení.</p>
--	--

<p>I first came to appreciate this crucial idea of substrate independence because there are many beautiful examples of it in physics. Waves, for instance: they have properties such as speed, wavelength and frequency, and we physicists can study the equations they obey without even needing to know what particular substance they're waves in. When you hear something, you're detecting sound waves caused by molecules bouncing around in the mixture of gases that we call air, and we can calculate all sorts of interesting things about these waves—how their intensity fades as the square of the distance, such as how they bend when they pass through open doors and how they bounce off of walls and cause echoes—without knowing what air is made of. In fact, we don't even need to know that it's made of molecules: we can ignore all details about oxygen, nitrogen, carbon dioxide, etc., because the only property of the wave's substrate that matters and enters into the famous wave equation is a single number that we can measure: the wave speed, which in this case is about 300 meters per second. Indeed, this wave equation that I taught my MIT students about in a course last spring was first discovered and put to great use long before physicists had even established that atoms and molecules existed!</p> <p>This wave example illustrates three important points. First, substrate independence doesn't mean that a substrate is</p>	<p>Nejprve jsem tuto zásadní teorii o nezávislosti na substrátu oceňoval díky množství krásných příkladů z fyziky. Vezměte si například vlny. Jsou definovány vlastnostmi jako je rychlost, vlnová délka a frekvence a my fyzikové můžeme studovat vzorce, které ji definují, bez nutnosti znát povahu látky, ve které vlnění probíhá. Když něco slyšíte, vnímáte zvukové vlny způsobené molekulami pohybujícími se v kombinaci plynů, které říkáme vzduch, a můžete vypočítat mnoho zajímavých vlastností těchto vln. Můžete určit, jak slabne jejich intenzita díky vzdálenosti, jak se ohýbají, pokud prochází otevřenými dveřmi nebo jak se odráží od zdí a způsobují ozvěnu. Nepotřebujete k tomu znát složení vzduchu. Ve skutečnosti ani nepotřebujete vědět, že jsou vlny tvořeny molekulami: můžete úplně ignorovat vlastnosti kyslíku, dusíku, oxidu uhličitého atd., jelikož jediná vlastnost vlnového substrátu, na které záleží a která vstupuje do známé rovnice postupné vlny je samostatné číslo, které můžeme změřit – vlnová rychlost, která je v případě zvuku asi 300 metrů za sekundu. Ve skutečnosti totiž tato rovnice, kterou jsem učil své studenty na MIT v jarním kurzu minulého roku, byla objevena a používána dlouho předtím, než fyzikové vůbec definovali existenci atomů a molekul!</p> <p>Příklad vln ilustruje hned tři důležité jevy. Za prvé, teorie nezávislosti na substrátu</p>
---	---

<p>unnecessary, but that most of its details don't matter. You obviously can't have sound waves in a gas if there's no gas, but any gas whatsoever will suffice. Similarly, you obviously can't have computation without matter, but any matter will do as long as it can be arranged into NAND gates, connected neurons or some other building block enabling universal computation. Second, the substrate-independent phenomenon takes on a life of its own, independent of its substrate. A wave can travel across a lake, even though none of its water molecules do—they mostly bob up and down, like fans doing “the wave” in a sports stadium. Third, it's often only the substrate-independent aspect that we're interested in: a surfer usually cares more about the position and height of a wave than about its detailed molecular composition. We saw how this was true for information, and it's true for computation too: if two programmers are jointly hunting a bug in their code, they're probably not discussing transistors.</p> <p>We've now arrived at an answer to our opening question about how tangible physical stuff can give rise to something that feels as intangible, abstract and ethereal as intelligence: it feels so non-physical because it's substrate-independent, taking on a life of its own that doesn't depend on or reflect the physical details. In short, computation is a pattern in the spacetime arrangement of particles, and it's not the particles but the</p>	<p>netvrdí, že je substrát nedůležitý, ale že většina informací o něm není podstatná. Zvukové vlny samozřejmě nemohou probíhat mimo plyn, ale není důležité, o jaký plyn se jedná. Podobně nelze provádět výpočetní operace bez hmoty, lze ale použít libovolnou hmotu pro sestavení NAND hradel, propojených neuronů nebo jiných stavebních částic provádějících komputace. Za druhé, fenomén nezávislosti na substrátu může probíhat nezávisle na druhu fyzické podstaty. Vlna může probíhat vertikálně po hladině jezera, ačkoli se molekuly vody nepohybují – pravděpodobně pouze klesají či stoupají, jako fanoušci v mexické vlně na sportovním stadionu. Za třetí, často nás zajímá právě ten aspekt, který je na substrátu nezávislý: surfař se stará pouze o pozici a výšku vlny, a ne o její molekulární výstavbu. Ukázali jsme si, že totéž platí o informaci. S komputací je to stejné: dva programátoři, kteří společně hledají chybu ve svém kódu, spolu neprobírají funkci tranzistorů.</p> <p>Dostali jsme se nyní k odpovědi na naši původní otázku. Jak může hmotná fyzikální látka umožnit existenci něčemu pocitově nehmotnému, abstraktnímu a éterickému, jako je intelligence? Je vnímána jakožto nehmatatelná, jelikož nezávisí na substrátu, na svých fyzikálních vlastnostech a ani je nijak neodráží. Zjednodušeně řečeno, provádění výpočetních operací je vzorcem uspořádání</p>
--	--

<p>pattern that really matters! Matter doesn't matter.</p> <p>In other words, the hardware is the matter and the software is the pattern. This substrate independence of computation implies that AI is possible: intelligence doesn't require flesh, blood or carbon atoms.</p> <p>Because of this substrate independence, shrewd engineers have been able to repeatedly replace the technologies inside our computers with dramatically better ones, without changing the software. The results have been every bit as spectacular as those for memory devices. Computation keeps getting half as expensive roughly every couple of years, and this trend has now persisted for over a century, cutting the computer cost a whopping million million million (10^{18}) times since my grandmothers were born. If everything got a million million million times cheaper, then a hundredth of a cent would enable you to buy all goods and services produced on Earth this year. This dramatic drop in costs is of course a key reason why computation is everywhere these days, having spread from the building-sized computing facilities of yesteryear into our homes, cars and pockets—and even turning up in unexpected places such as sneakers.</p> <p>Why does our technology keep doubling its power at regular intervals, displaying what mathematicians call exponential growth? Indeed, why is it happening not only in terms</p>	<p>částic v časoprostoru, ale samotný vzorec není důležitý! Na hmotě nezáleží.</p> <p>Jinými slovy, hardware je hmota a software je vzorec. Tato substrátová nezávislost početních operací naznačuje, že UI může vzniknout: inteligence nemusí být tvořena svalstvem, krví ani atomy uhlíku.</p> <p>Díky této nezávislosti na substrátu byli mazaní inženýři schopni opakovaně dramaticky vylepšit technologii výroby počítačů, a to bez změny softwaru. Výsledky těchto zlepšení byly vždy stejně působivé jako v případě paměťových zařízení.</p> <p>Nástroje pro početní operace se zlevňují o polovinu asi každý půl rok a tento trend se drží již přes století, kdy se cena počítače monstrózně snížila trilionkrát (10^{18}) od doby, kdy se narodily mé babičky. Pokud by se vše zlevnilo trilionkrát, za setinu centu byste si mohli dovolit všechno zboží a služby poskytované letos na planetě Zemi. Takto dramatický pokles cen je samozřejmě klíčovým důvodem, proč je výpočetní technika v dnešní době všudypřítomná a proč se mohli předpotopní počítače o velikosti budov dostat do našich domácností, aut a kapes – nebo i do nečekaných míst, jako třeba do tenisek.</p> <p>Jak je možné, že se technologie vyvíjí rychlostí exponenciálního růstu, jak by řekli matematikové, tedy že roste dvojnásobně v pravidelných intervalech? A jak je možné, že tento pokrok zrychluje nejen v oblasti</p>
--	--

<p>of transistor miniaturization (a trend known as Moore's law), but also more broadly for computation as a whole, for memory, for a plethora of other technologies ranging from genome sequencing to brain imaging? Ray Kurzweil calls this persistent doubling phenomenon "the law of accelerating returns."</p> <p>All examples of persistent doubling that I know of in nature have the same fundamental cause, and this technological one is no exception: each step creates the next. For example, you yourself underwent exponential growth right after your conception: each of your cells divided and gave rise to two cells roughly daily, causing your total number of cells to increase day by day as 1, 2, 4, 8, 16 and so on. According to the most popular scientific theory of our cosmic origins, known as inflation, our baby Universe once grew exponentially just like you did, repeatedly doubling its size at regular intervals until a speck much smaller and lighter than an atom had grown more massive than all the galaxies we've ever seen with our telescopes. Again, the cause was a process whereby each doubling step caused the next. This is how technology progresses as well: once technology gets twice as powerful, it can often be used to design and build technology that's twice as powerful in turn, triggering repeated capability doubling in the spirit of Moore's law.</p>	<p>miniaturizace tranzistorů (trend zvaný Moorův zákon), ale v širším pojetí celkové výpočetní techniky, v oblasti pamětí, v oblasti velkého množství dalších technologií od sekvencování DNA až po neurozobrazování? Ray Kurzweil nazývá tento konstantní zdvojnásobující se fenomén „zákon zrychlujících se změn“.</p> <p>Všechny příklady konstantně dvojnásobného vývoje, které znám, mají stejný přirozený základní původ, a ten technologický není výjimkou: každý krok vytváří ten další. Například vy sami jste prošli exponenciálním vývojem hned po vašem početí: každá vaše buňka se dále dělila a vytvořila dvě nové buňky každý den, takže počet vašich buněk rostl den za dnem: 1, 2, 4, 8, 16 a tak dále. Podle nejpopulárnější vědecké teorie původu vesmíru, zvané inflace, náš malý vesmír kdysi rostl exponenciálně, stejně jako vy, opakovaně zdvojnásoboval svou velikost v pravidelných intervalech dokud se jedno smítko menší a lehčí než atom nezvětšilo na velikost masivnější než všechny galaxie, které můžeme vidět z našich teleskopů. Zdrojem tohoto procesu je znovu sousled kroků vyvolávajících krok další. Tímto způsobem postupuje i technologie: s každým dalším dvojnásobným vývojem technologie získáme zdroje pro design a sestavení technologie dvojnásobně silnější než předtím, což spouští opakovanou schopnost zdvojnásobení ve smyslu Moorova zákona.</p>
---	---

<p>Something that occurs just as regularly as the doubling of our technological power is the appearance of claims that the doubling is ending. Yes, Moore's law will of course end, meaning that there's a physical limit to how small transistors can be made. But some people mistakenly assume that Moore's law is synonymous with the persistent doubling of our technological power. Contrariwise, Ray Kurzweil points out that Moore's law involves not the first but the fifth technological paradigm to bring exponential growth in computing, whenever one technology stopped improving, we replaced it with an even better one. When we could no longer keep shrinking our vacuum tubes, we replaced them with transistors and then integrated circuits, where electrons move around in two dimensions. When this technology reaches its limits, there are many other alternatives we can try—for example, using three-dimensional circuits and using something other than electrons to do our bidding.</p> <p>Nobody knows for sure what the next blockbuster computational substrate will be, but we do know that we're nowhere near the limits imposed by the laws of physics. My MIT colleague Seth Lloyd has worked out what this fundamental limit is, and as we'll explore in greater detail in chapter 6, this limit is a whopping 33 orders of magnitude (10^{33} times) beyond today's state of the art for how much computing a clump of matter</p>	<p>Stejně často jako zmínky o zdvojnásobování technologického vývoje se objevují názory, které tvrdí, že tento pokrok pomalu končí. Ano, Moorův zákon samozřejmě někdy skončí, protože existuje fyzikální limit pro velikost tranzistorů. Ale někteří lidé se mylně domnívají, že Moorův zákon je synonymem neustálého zdvojnásobování vývoje technologie. Naopak, Ray Kurzweil podotýká, že Moorův zákon obsahuje ne první, ale páté technologické paradigma exponenciálního růstu ve výpočetní technologii, totiž že ve chvíli, kdy se nějaký druh technologie přestane vyvíjet, bude nahrazen nějakým lepším. Ve chvíli, kdy jsme již neuměli zmenšit naše elektronky, nahradili jsme je pomocí tranzistorů a poté integrovaného obvodu, kde se mohou elektrony pohybovat ve dvou dimenzích. Až tato technologie dosáhne hranice svých možností, najdeme mnoho alternativ, které můžeme vyzkoušet – například používání obvodů pro tři dimenze a použití vhodné náhrady elektronů.</p> <p>Nikdo s jistotou neví, jaký materiál bude dalším trhákem v oblasti výpočetní techniky, ale víme, že zatím nejsme ani zdaleka blízko hranic určených fyzikálními zákony. Můj kolega z MIT, Seth Lloyd, již spočítal, že naše aktuální schopnost využít počítačnou energii kusu hmoty je v dnešní době asi o 33 řádových jednotek (10^{33}) menší než základní možný limit, čemuž se budeme podrobněji věnovat</p>
---	--

<p>can do. So even if we keep doubling the power of our computers every couple of years, it will take over two centuries until we reach that final frontier.</p> <p>Although all universal computers are capable of the same computations, some are more efficient than others. For example, a computation requiring millions of multiplications doesn't require millions of separate multiplication modules built from separate transistors: it needs only one such module, since it can use it many times in succession with appropriate inputs. In this spirit of efficiency, most modern computers use a paradigm where computations are split into multiple time steps, during which information is shuffled back and forth between memory modules and computation modules. This computational architecture was developed between 1935 and 1945 by computer pioneers including Alan Turing, Konrad Zuse, Presper Eckert, John Mauchly and John von Neumann.</p> <p>More specifically, the computer memory stores both data and software (a program, i.e., a list of instructions for what to do with the data). At each time step, a central processing unit (CPU) executes the next instruction in the program, which specifies some simple function to apply to some part of the data. The part of the computer that keeps track of what to do next is merely another part of its memory, called the program counter, which</p>	<p>v kapitole 6. Takže i když bychom každých pár let zdvojnásobili výkon našich počítačů, bude trvat přes dvě tisíciletí, než bychom této hranice dosáhli.</p> <p>Ačkoli všechny univerzální počítače mohou provádět stejné početní operace, některé jsou mnohem výkonnější. Například početní operace vyžadující miliony násobků nevyžaduje milion samostatných násobících modulů sestavených ze samostatných tranzistorů: je potřeba pouze jeden takový modul, který může být použit několikrát v řadě s náležitými výsledky. V duchu výkonu využívají moderní počítače paradigma, ve kterém jsou početní operace rozděleny na několik sousledných kroků, ve kterých je informace posouvána tam a zpět mezi paměťovými a operačními moduly. Tato operační architektura byla vyvinuta mezi roky 1935 a 1945 počítačovými průkopníky včetně Alana Turinga, Konrada Zuseho, Prespera Eckerta, Johna Mauchlyho a Johna Von Neumanna.</p> <p>Přesněji řečeno, počítačová paměť uchovává jak data, tak software (program neboli seznam instrukcí pro manipulaci s daty). V každém kroku splní centrální procesorová jednotka (CPU) další instrukci v programu, který určí nějakou jednoduchou funkci aplikovanou na nějakou část dat. Část počítače, která sleduje, co je potřeba udělat jako další krok, je pouze další částí této paměti zvané čítač instrukcí, a uchovává aktuální číslo řádku</p>
--	---

<p>stores the current line number in the program. To go to the next instruction, simply add one to the program counter. To jump to another line of the program, simply copy that line number into the program counter—this is how so-called “if” statements and loops are implemented.</p> <p>Today’s computers often gain additional speed by parallel processing, which cleverly undoes some of this reuse of modules: if a computation can be split into parts that can be done in parallel (because the input of one part doesn’t require the output of another), then the parts can be computed simultaneously by different parts of the hardware.</p> <p>The ultimate parallel computer is a quantum computer. Quantum computing pioneer David Deutsch controversially argues that “quantum computers share information with huge numbers of versions of themselves throughout the multiverse,” and can get answers faster here in our Universe by in a sense getting help from these other versions. We don’t yet know whether a commercially competitive quantum computer can be built during the coming decades, because it depends both on whether quantum physics works as we think it does and on our ability to overcome daunting technical challenges, but companies and governments around the world are betting tens of millions of dollars</p>	<p>v programu. Pro přechod k další instrukci počítač jednoduše přičte jedničku do čítače instrukcí – takto jsou použity funkce „když“ a další řetězce.</p> <p>Dnešní počítače často získávají přidanou rychlost pomocí paralelních výpočtů, které chytře rozdělí práci jednotlivým modulům. Pokud lze operaci rozdělit na části, které mohou být vypočítávány současně (protože vložená hodnota jedné části nevyžaduje výsledek jiné), mohou být všechny části vypočteny zároveň různými částmi hardwaru.</p> <p>Nejdokonalejší paralelní počítač je počítač kvantový. Průkopník kvantových operací David Deutsch navrhuje kontroverzní teorii, že „kvantové počítače sdílí informace s obrovským množstvím verzí sebe sama napříč mnohovesmírem,“ a mohou získat odpovědi v našem Vesmíru rychleji díky pomoci těchto dalších verzí. Zatím nevíme, jestli lze postavit komerčně životaschopný kvantový počítač v průběhu následujících dekád, protože to závisí nejen na výsledcích zkoumání kvantové fyziky (a na tom, zda funguje tak, jak si myslíme), ale také na naší schopnosti překonat náročné technické výzvy. Nicméně společnosti a vlády po celém světě investují do této možnosti desítky milionů</p>
---	--

<p>annually on the possibility. Although quantum computers cannot speed up run-of-the-mill computations, clever algorithms have been developed that may dramatically speed up specific types of calculations, such as cracking cryptosystems and training neural networks. A quantum computer could also efficiently simulate the behavior of quantum-mechanical systems, including atoms, molecules and new materials, replacing measurements in chemistry labs in the same way that simulations on traditional computers have replaced measurements in wind tunnels.</p> <p>What Is Learning?</p> <p>Although a pocket calculator can crush me in an arithmetic contest, it will never improve its speed or accuracy, no matter how much it practices. It doesn't learn: for example, every time I press its square-root button, it computes exactly the same function in exactly the same way. Similarly, the first computer program that ever beat me at chess never learned from its mistakes, but merely implemented a function that its clever programmer had designed to compute a good next move. In contrast, when Magnus Carlsen lost his first game of chess at age five, he began a learning process that made him the World Chess Champion eighteen years later.</p> <p>The ability to learn is arguably the most fascinating aspect of general intelligence.</p>	<p>dolarů ročně. Ačkoli kvantové počítače nemohou urychlit obyčejné komputace, byly již vyvinuty chytré algoritmy, které dramaticky zrychlují specifický druh operací, jako je cracking kryptosystémů a trénink neuronové sítě. Kvantový počítač by mohl efektivně simulovat chování kvantově-mechanických systémů, včetně atomů, molekul a nových materiálů a nahradil by měření v chemických laboratořích stejně, jako nahradily tradiční počítače měření v aerodynamických tunelech.</p> <p>Co je Učení?</p> <p>Ačkoli by mě kapesní kalkulačka porazila v aritmetické soutěži, nikdy nebude schopna zlepšit svou rychlost či přesnost, bez ohledu na to, jak často trénuje. Nemá schopnost učit se. Například pokud zmáčknu tlačítko pro odmocninu, vypočítá výsledek pomocí stejné funkce a stejným způsobem. Stejně tak se počítač, který mě porazil v první hře v šachy nikdy nepoučil ze svých chyb, ale místo toho použil funkci, kterou chytrý programátor navrhl pro výpočet nejlepšího možného dalšího kroku. Opačný příklad je Magnus Carlsen, který po své první prohře v šachy v pěti letech započal učební proces, díky kterému se stal mistrem světa v šachu o osm let později.</p> <p>Schopnost učit se je pravděpodobně nejzajímavějším aspektem univerzální umělé</p>
---	---

<p>We've already seen how a seemingly dumb clump of matter can remember and compute, but how can it learn? We've seen that finding the answer to a difficult question corresponds to computing a function, and that appropriately arranged matter can calculate any computable function. When we humans first created pocket calculators and chess programs, we did the arranging. For matter to learn, it must instead rearrange itself to get better and better at computing the desired function—simply by obeying the laws of physics.</p> <p>To demystify the learning process, let's first consider how a very simple physical system can learn the digits of π and other numbers. Above we saw how a surface with many valleys can be used as a memory device: for example, if the bottom of one of the valleys is at position $x = \pi \approx 3.14159$ and there are no other valleys nearby, then you can put a ball at $x = 3$ and watch the system compute the missing decimals by letting the ball roll down to the bottom. Now, suppose that the surface is made of soft clay and starts out completely flat, as a blank slate. If some math enthusiasts repeatedly place the ball at the locations of each of their favorite numbers, then gravity will gradually create valleys at these locations, after which the clay surface can be used to recall these stored memories. In other words, the clay surface has learned to compute digits of numbers such as π.</p>	<p>intelligence. Již jsme si vysvětlili, jak může být kus zdánlivě neinteligentní hmoty použit jako paměťové nebo výpočetní zařízení, ale jak se může učit? Viděli jsme, že hledání odpovědi na složitou otázku odpovídá výpočet funkce a že správně sestavená hmota může vypočítat libovolnou definovanou funkci. Když člověk poprvé vyrobil kalkulačky a šachové programy, byli to lidé, kdo je sestavil. Aby se hmota mohla učit, musí být nejprve schopna se sama přestavět tak, aby byla lepší a lepší v počítání požadovaných funkcí – jednoduše následováním fyzikálních zákonů.</p> <p>Abychom si vysvětlili učební proces, zvažme nejdříve, jak se mohou velmi jednoduché fyzické systémy naučit desetinná místa čísla π a dalších. Ukázali jsme si, jak může být krajina s nížinami využita pro vytvoření paměťového zařízení: například pokud je jedna z nížin na souřadnici $x = \pi \approx 3.14159$ a poblíž nejsou žádné další nížiny, můžete umístit míč na souřadnici $x = 3$ a sledovat, jak systém vypočte chybějící desetinná čísla skutálením se míče na dno nížiny. Nyní předpokládejme, že je povrch tvořen měkkým jílem a je na začátku úplně rovný jako tabula rasa. Pokud nějaký nadšenec do matematiky opakovaně umístí míč do pozice svých oblíbených čísel, gravitace postupně vytvoří nížiny na těchto pozicích, takže tento jíl může být následně pomůckou pro získání takto uložené paměti. Jinými slovy, jílový povrch se naučil počítat číslice čísel, jako je π.</p>
--	---

<p>Other physical systems, such as brains, can learn much more efficiently based on the same idea. John Hopfield showed that his above-mentioned network of interconnected neurons can learn in an analogous way: if you repeatedly put it into certain states, it will gradually learn these states and return to them from any nearby state. If you've seen each of your family members many times, then memories of what they look like can be triggered by anything related to them.</p> <p>Neural networks have now transformed both biological and artificial intelligence, and have recently started dominating the AI subfield known as machine learning (the study of algorithms that improve through experience). Before delving deeper into how such networks can learn, let's first understand how they can compute. A neural network is simply a group of interconnected neurons that are able to influence each other's behavior. Your brain contains about as many neurons as there are stars in our Galaxy: in the ballpark of a hundred billion. On average, each of these neurons is connected to about a thousand others via junctions called synapses, and it's the strengths of these roughly hundred trillion synapse connections that encode most of the information in your brain.</p> <p>We can schematically draw a neural network as a collection of dots representing neurons connected by lines representing synapses.</p>	<p>Další fyzické systémy, jako je mozek, se mohou učit mnohem efektivněji na základě stejné myšlenky. John Hopfield zjistil, že dříve zmíněná síť propojených neuronů se může učit analogicky: pokud ji opakovaně umístíte do určitého stavu, postupně si tyto stavy zapamatuje a vrátí se do nich z libovolného blízkého stavu. Pokud jste několikrát viděli každého člena své rodiny, můžete vyvolat vzpomínku na každého z nich čímkoli, co je s nimi spojené.</p> <p>Neuronové sítě ovlivnily jak biologickou tak umělou inteligenci a v poslední době vévodí také podoboru UI známému jako „machine learning“, tedy strojové učení (studium vylepšování algoritmů pomocí zkušeností). Než se pokusíme lépe porozumět způsobu, jakým se tyto sítě učí, pojďme si nejprve vysvětlit, jak v nich probíhá komputace. Neuronová síť je jednoduše řečeno skupina propojených neuronů, které mohou vzájemně ovlivňovat své chování. Mozek obsahuje asi tolik neuronů, kolik je v galaxii hvězd: přibližný odhad je asi ve stovkách milionů. V průběhu komputace je každý z těchto neuronů spojený s asi tisícem dalších pomocí uzlů zvaných synapse neboli nervový spoj, a tato síla propojení těchto přibližně sta milionů synaptických spojení má na svědomí zpracování většiny informací ve vašem mozku.</p> <p>Neuronovou sítí je možné schematicky zobrazit jako množství teček znázorňujících neurony, propojených linkami, které představují</p>
---	---

<p>Real-world neurons are very complicated electrochemical devices looking nothing like this schematic illustration: they involve different parts with names such as axons and dendrites, there are many different kinds of neurons that operate in a wide variety of ways, and the exact details of how and when electrical activity in one neuron affects other neurons is still the subject of active study. However, AI researchers have shown that neural networks can still attain human-level performance on many remarkably complex tasks even if one ignores all these complexities and replaces real biological neurons with extremely simple simulated ones that are all identical and obey very simple rules. The currently most popular model for such an artificial neural network represents the state of each neuron by a single number and the strength of each synapse by a single number. In this model, each neuron updates its state at regular time steps by simply averaging together the inputs from all connected neurons, weighting them by the synaptic strengths, optionally adding a constant, and then applying what's called an activation function to the result to compute its next state. The easiest way to use a neural network as a function is to make it feedforward, with information flowing only in one direction, plugging the input to the function into a layer of neurons at the top and extracting the output from a layer of neurons at the bottom.</p>	<p>synapse. Skutečné neurony jsou velice komplikovaná elektrochemická zařízení, která nijak nepřipomínají tuto schematickou ilustraci: jejich součástí jsou různé části jako axony a dendrity, navíc existuje mnoho různých druhů neuronů, které fungují mnoha odlišnými způsoby. Podrobnosti o tom, jak a kdy ovlivňuje elektrická aktivita neuronů ty okolní je předmětem probíhajících studií. Výzkumníci UI již ale nicméně ukázali, že neuronové sítě mohou dosahovat výkonu na úrovni lidské mysli v mnoha značně komplexních úkolech, i když se rozhodneme nebrat v potaz složité fungování neuronu. Mohou také nahradit skutečné biologické neurony dokonce i za pomoci těch extrémně jednoduše simulovaných, které jsou identické a chovají se podle velice jednoduchých pravidel. Momentálně nejpopulárnější model této umělé neuronové sítě zobrazuje každý neuron a sílu každé synapse pomocí čísel. V tomto modelu se stav každého z neuronů updatuje v pravidelných časových intervalech za pomoci jednoduchého zprůměrování vstupních hodnot ze všech propojených neuronů, vážení těchto hodnot synaptickou silou, případně připočtením nějaké konstanty a poté použitím takzvané aktivační funkce na hodnotu výsledku pro vypočtení dalšího stavu. Nejjednodušším způsobem použití neuronové sítě jako funkce je vytvoření principu dopředné vazby, kdy informace putuje pouze jedním směrem, čímž vloží vstupní hodnotu do funkce</p>
---	--

<p>The success of these simple artificial neural networks is yet another example of substrate independence: neural networks have great computational power seemingly independent of the low-level nitty-gritty details of their construction. Indeed, George Cybenko, Kurt Hornik, Maxwell Stinchcombe and Halbert White proved something remarkable in 1989: such simple neural networks are universal in the sense that they can compute any function arbitrarily accurately, by simply adjusting those synapse strength numbers accordingly. In other words, evolution probably didn't make our biological neurons so complicated because it was necessary, but because it was more efficient—and because evolution, as opposed to human engineers, doesn't reward designs that are simple and easy to understand. (Tegmark, 53 – 78)</p>	<p>skrz vrstvu neuronů na vrcholu a získá výstup ze spodní vrstvy.</p> <p>Úspěch těchto jednoduchých umělých neuronových sítí je dalším příkladem nezávislosti na materiálním substrátu. Neuronové sítě vykazují skvělou počítačovou sílu, a to patrně nezávisle na minimálních znalostech o její složité konstrukci. A skutečně, George Cybenko, Kurt Hornik, Maxwell Stinchcombe a Halber White dokázali v roce 1989 něco pozoruhodného: tyto jednoduché neuronové sítě jsou univerzální v tom smyslu, že mohou arbitrárně provádět přesné komputace libovolných funkcí, jednoduše pomocí nastavením čísel synaptické síly podle potřeby. Jinými slovy se můžeme domnívat, že evoluce nevytvořila naše biologické neurony takto komplikovaně protože to bylo potřeba, ale protože to bylo účinnější – a protože evoluce na rozdíl od lidských inženýrů nemá zapotřebí vytvářet návrhy, které jsou jednoduché a snadné pro porozumění.</p>
--	---

5 Terminologický glosář

Anglický termín	Zvolený český překlad	Význam
(Artificial) neural network	(Umělá) neuronová síť	Výpočetní model propojeného systému uspořádaném podle biologického vzoru mozkových neuronů v nervovém systému, naprogramovaný a nakonfigurovaný tak, aby simuloval stejné mikroprocesy ("Neural, adj. and n.")
Auto-associative	Autoasociativní	Druh neuronové sítě, která si na základě daného předloženého vstupu snaží vybavit odpovídající vzor v úplné podobě (např. poškozené či neúplné fotografie) (Šnábl)
Automatic captioning	Automatické generování titulků	Vytváření titulků za pomoci technologie rozpoznávání řeči pomocí algoritmů strojového učení ("Používání Automatických Titulků – Náповěda YouTube")
Binary digit, bit	Dvojková číslice, bit	Jednotka pro měření množství informace; dvojková neboli binární číslice (0 a 1) ("Bit, n.4.")
Cellular automata	Buněčný / Celulární automat	Biologický, matematický a počítačový abstraktní model systému, který dokáže replikovat nebo regenerovat sám sebe (Wolfram)
Computation	Komputace	Fáze systémové analýzy následující po kvantifikaci matematického modelu a zahrnující procesy spojené s prováděním

		výpočtů, zvl. na počítačích (Petráčková a Kraus, 406)
Compute	Komputovat	Považovat, počítat (hodnotu nebo množství) ("compute, v.")
Computronium	Komputronium	Programovatelná hmota, substrát pro modelaci libovolného výpočetního zařízení (Patra a Rai)
Cosmos	Kosmos, vesmír	vesmír, svět ("cosmos, n.1.")
Device	Zařízení	Věc vyrobená či přizpůsobená konkrétnímu účelu, nebo mechanického či elektronického vybavení ("device, n.")
Encoding	Zakódování	Převést či přepsat něco do kódu, zakódovat ("encode, v.")
General AI, AGI, Artificial general intelligence	Univerzální / Obecná umělá inteligence	Umělá inteligence, která je schopna vyřešit široký výběr problémů a je schopna přenosu schopností a nabytých znalostí (Rosa a Feyereisl)
Hand-eye coordination	Vizuomotorika	Propojuje oční pohyby s pohyby těla (součinnost rukou a očí) (Vyskotová a Macháčková, 17)
Human-level artificial general intelligence	Univerzální / Obecná umělá inteligence na úrovni lidí	Umělá inteligence, která je schopna vyřešit široký výběr problémů a je schopna přenosu schopností a nabytých znalostí na úrovni lidí nebo vyšší
Image recognition	Rozpoznávání tváře	Schopnost softwaru rozpoznat lidi, zvířata či objekty na fotografii pomocí algoritmů

		a procesů strojového učení ("image recognition.")
Information (IT)	Informace	Číselné vyjádření množství údajů přenesené sdělovacím kanálem za časovou jednotku při přenosu zpráv (Petráčková a Kraus, 331)
Intelligence	Inteligence	Rozumová schopnost získávat a používat znalosti a schopnosti ("intelligence, n.")
Locomotion	Lokomoce	Schopnost a dovednost pohybu, pohyb v prostoru z jednoho místa na jiné místo pomocí osobní svalové činnosti ("locomotion, n.")
Machine translation	Strojový překlad	Překlad prováděný počítačem ("machine, n.")
Micro-capacitor	Kondenzátor o kapacitě 1 mikrofarad	Kondenzátor o kapacitě 1 mikrofarad
NAND gate	Hradlo NAND	Druh logického obvodu, který provádí funkci tzv. negovaného logického součinu (Reichl, "Hradlo NAND.")
Non-human	Subhumánní, ne-lidský	Ne lidský, nesouvisející s lidskými bytostmi ("non-human, adj. and n.")
NOR gate	Hradlo NOR	Druh logického obvodu, který provádí funkci tzv. negovaného logického součtu (Reichl, „TTL Logika“)
Optical fibre	Optické vlákno	Průsvitné vlákno či kabel, které dokáže přenášet signály bez ztráty kvality pomocí vnitřních odrazů ("optical, adj. and n.")

Pixel	Pixel	Obrazový bod tvořící obraz na displejích televize, počítačové obrazovky apod. ("pixel, n.")
Quantum computer	Kvantový počítač	Přístroj, který využívá pro svou činnost fenomény známé z kvantové mechaniky, jako je například superpozice nebo kvantové provázání (Kulhánek)
Robotic personal assistant	Virtuální asistent, hlasový asistent	Malý osobní počítač do dlaně ovládaný hlasem, který funguje jako osobní organizátor či pomocník
Rote memorization	Učení zapamatováním	Učení se zaznamenáváním dat nebo dílčích znalostí dodané externím zdrojem (Anderson a kol.)
Substrate-independent	Nezávislost na substrátu	Teorie nezávislosti vědomé mysli na existenci výlučně v biologických neuronech na uhlíkové bázi (Bostrom)
Theorem proving	Důkazy matematických vět	Dokazování či vyvracení pravdivosti matematických vět, úvaha, která zdůvodňuje platnost matematické věty ("theorem, n.")
Turing machine	Turingův stroj	teoretický model počítače popsán matematikem Alanem Turingem, jednoduchý imaginární počítač, který umí číst, psát a provádět informace podle určitého souboru pravidel používaného pro teorie komputování a automat ("Turing machine, n.")
Two-state systems	Dvoustavový systém	Systém v binárním kódování nabývající pouze dvou kvantových stavů, který definuje dvě

		přesně vymezené hodnoty, přiřadí jim hodnotu a dále s nimi pracuje jako s informacemi ¹ (Černoch)
Universal Turing machine	Univerzální Turingův stroj	Turingův stroj, který dokáže programovat činnost jiného TS (Kamvysselis)
Wafer	Wafer, substrátový disk	Tenká deska vyrobená z polovodiče, ve tvaru disku používaná jako základ pro stavbu integrovaných obvodů ("wafer, n.")
Word processor	Textový editor	Program nebo aplikace, která slouží k vložení prostého textu do PC a jeho úpravám ("word processor, n.")

5.1 Komentář

5.1.1 Termín

Tento terminologický glosář byl vytvořen pro snadnější orientaci v textu a zároveň pro specifikaci využitých způsobů přeložení. Pro literaturu faktu, především z oblasti vědy a technologie je typická vysoká frekvence využití odborných termínů, považuji proto za důležité vymezení tohoto pojmu.

Marie Čechová a kol. se v Současné stylistice domnívá, že termín je „takové pojmenování, které je v rámci disciplíny jednoznačným pojmenováním pojmu oboru. Termín je v rámci oboru ustálený a je buď definován, nebo fixován konvencí oboru, jeho význam je tedy ostřeji ohraničený než u jiných vrstev slovní zásoby a bývá přesně identifikovatelný nezávisle na kontextu. Význam termínu se vyvíjí a upřesňuje spolu s vývojem oboru.“ (218) Z tohoto důvodu jsem se pokoušel při překládání využívat takové termíny, které jsou již ustálené ve vědeckých pracích daného oboru (výzkum umělé inteligence, počítačová věda, fyzika či biologie) nebo definovaný v konkrétních odborných slovnících. Definice odborného termínu musí být exaktní a jen minimálně zavádějící. Termín by měl být nezávislý na kontextu, jeho

význam musí být jasně definovatelný ze samotného pojmenování, nenese žádnou expresivní hodnotu, je stylisticky neutrální.

5.1.2 Výběr vhodné terminologie

Překládání v rámci oboru internetových technologií zastává velice specifickou pozici, která je jasně daná pomalejším vývojem jazyka oproti vývoji technologickému. Odborná počítačová terminologie v češtině je v naprosté většině případů přejatá z anglického jazyka, ale nikde není jasně stanovená hranice mezi použitím přejímek a doslovných překladů. Neexistuje oficiální příručka, která by určila, které termíny jsou skutečně oficiální a které jsou veskrze pouze akceptované.

Při překladu jsem tedy vycházela především z odborných periodik, učebnic a knih v českém jazyce. Postupovala jsem postupně, nejprve jsem si našla zvolený termín v Oxfordském slovníku, podle zvolené definice jsem se pokusila odvodit možný název či jeho podobu a pokusila jsem se najít jeho ekvivalent v anglicko-českém slovníku, v online překladači i ve slovnících českých technických vysokých škol, které se pokoušejí o existenci kodifikovaného terminologického slovníku v odvětví technologie, počítačů, stavebnictví a dalších (za zmínku stojí například slovník SPOT od Západočeské univerzity - <http://spot.zcu.cz> nebo Anglicko-český/Česko-anglický slovník matematické terminologie od Vysokého učení technického v Brně http://www.umat.feec.vutbr.cz/~novakm/slovník_matematicke_terminologie/index_cz.html). Výsledek jsem poté ověřila v Korpusu českého jazyka, abych si byla jistá, že je tento termín skutečně zavedený a smysluplný.

6 Překladatelské problémy a jejich řešení

Tato část textu se věnuje problematickým částem překládaného zdroje do českého jazyka, které v průběhu procesu překládání vznikly a na které nelze uplatnit zvolená překladatelská metoda. Jednotlivé části jsou věnovány popisu těchto problémů pomocí přímé citace z textu a je navrženo jejich možné řešení.

6.1 Problémy lexikální

6.1.1 Překlad jmen a názvů

Vlastní jména osob, které autor uvádí, jsem nepřekládala, jelikož jde výlučně o zahraniční vědce a osoby. Jiří Levý se v kapitole o překladu jmen věnuje pouze jménům vlastním (116) a aplikuje na ně své tři fáze překladatelského procesu; *překlad v pravém slova smyslu, substituce a transkripce*. (Levý, 116-117). Levý považuje za přeložitelná pouze ta jména, která mají nějaký význam v uvedeném díle. Překlad těchto jmen by byl tedy vhodný u umělecké literatury, v literatuře faktu by byl ale nesmyslný. Z toho důvodu jsem například nepřeložila název dceřiné společnosti Google DeepMind a ponechala ho v původní formě.

V jednom případě jsem se ale také setkala se zvláštním fenoménem, který jsem se rozhodla v překladu zohlednit. Autor sám v textu označuje světově známého šachistu nikoli jeho jménem, ale používá variantu užívanou v anglicky mluvených zemích. Jméno „Garry Kasparov“ jsem tedy přeložila zpět do užívané podoby, což je přepis z azbuky psaného „Гарри“ do latinkou psaného „Garri“.

U některých jmen již ale bylo možné názvy přeložit, nicméně jsem takto postupovala jen v případě, že byl jejich český ekvivalent již někdy použit nebo pokud jde o zažité pojmenování:

Příklad: A team led by Philipp Holliger at Cambridge University [...]

Překlad: Tým vedený Philippem Holligerem na Univerzitě v Cambridge [...]

Cambridge University je překládána hned několika způsoby: Univerzita Cambridge, Univerzita v Cambridgi či Cambridgeská univerzita. Rozhodujícím faktorem pro volbu konkrétního slovního spojení pro mě byl výskyt v Českém korpusu českého jazyka, konkrétně korpus verze syn V7, v němž je možné dohledat publicistickou tvorbu v českém jazyce až do roku 2017 a obsahuje 4,25 miliardy slov. Výraz „Cambridgeská univerzita“ a její varianty se zde vyskytují 131krát, „Univerzita Cambridge“ 104krát a „Univerzita v Cambridge“ 1488krát. (Křen a kol.)

Podobně jsem postupovala u překladu titulu úspěšného hráče hry v šachy, který by bylo možné přeložit doslovně bez ztráty významu, ale vybrala jsem dle mého názoru vhodnější a častěji užívaný výraz:

Příklad: chess champion Garry Kasparov

Překlad: šachový velmistr Garri Kasparov

Za jiných okolností by nebylo vhodné výraz překládat takto, jelikož přesnější česká varianta pro „chess champion“ je „šachový mistr“, což jsem ale při překladu vyhodnotila jako nepřesnost, protože osoba Garriho Kasparova je nejčastěji spojována s výrazem „šachový velmistr“, čemuž odpovídá anglický titul „Grandmaster“. „Šachový velmistr Garri Kasparov“ a jeho varianty jsou v českém korpusu uvedeny 71krát, „šachový mistr Garri Kasparov“ se objevuje pouze ve třech případech.

Podobný problém se objevil při překladu vynálezu společnosti IBM:

Příklad: Šachový superpočítač Deep Blue

Překlad: Deep Blue chess computer

Ponechám nyní stranou rozdílnou syntax tohoto slovního spojení, jelikož je předmětem pozdější kapitoly. Doslovným překladem by čtenář neznalý historie prvotního vývoje umělé inteligence mohl nabýt dojmu, že šlo pouze o vynález počítače, který je schopen hrát šachy. Deep Blue ale spadá do kategorie tzv. superpočítačů se speciálním určením, je proto vhodnější tedy užít variantu „šachový superpočítač“, kterou v českém korpusu najdeme 53krát ve spojení s názvem Deep Blue.

6.1.2 Měrné jednotky

S ohledem na americký původ autora jsem předpokládala, že budu muset při překládání převádět jednotky amerického měrného systému do metrického, protože jak zmiňuje Levý, „čtenář nemá u méně známých měr představu o velikosti“ (124), ale díky preferenci užívání metrické soustavy ve všech vědních oborech toho nebylo zapotřebí. Autor například sám uvádí rychlost v metrech za sekundu.

Výjimku jsem při překladu udělala u 3,5palcové diskety, jelikož se jedná o zavedený název z oblasti výpočetní techniky a převod na metrické jednotky by naopak mohl způsobit nejasnost či nesmyslnost textu.

Rozhodla jsem se ale nepřevádět měnové jednotky na české koruny, a to s ohledem na kontext užití:

Příklad: you could buy all real estate in New York City for about 10 cents

Překlad: mohli byste si dovolit nemovitost v centru New Yorku asi za 10 centů

V tomto případě jsem vyhodnotila přítomnost české měny jako nevhodnou kvůli umístění v americké metropoli a také zbytečnou, protože i bez znalosti amerického realitního trhu si čtenář se základními znalostmi uvědomuje, že jde o velice nízkou sumu, což je primární informací, kterou se text snaží předat.

Jedinou výjimkou, u které jsem převáděla zmíněné hodnoty do českých poměrů, byla ukázka programování počítačových fontů. Anglické slovo „word“ bylo rozepsáno pomocí ASCII kódu pro zápis písmen do paměti počítače, musela jsem tedy místo toho rozepsat do čísel české „slovo“.

6.1.3 Idioms

Podle *Umění překladu* je primárně důležité překládat text jako celek, nikoli slovo od slova (Levý, 129), v případě užití idiomu jsem se proto snažila nejprve správně pochopit zamýšlenou ideu, kterou se autor snaží vysvětlit či naznačit a podle zvolené strategie jsem pak hledala vhodnou českou obdobu. V případě, že jsem takovou nenašla, jsem se rozhodla použít výraz opisný, aby zůstala zachována funkce textu.

Zajímavou ukázkou tohoto překladatelského problému bylo například spojení „The holy grail of AI research“. Autorův záměr byl vyjádřit cíl, jehož hodnotu a význam všichni znají, jeho existenci zatím nelze prokázat, je do jisté míry nedosažitelný, a přesto se jej určitá část lidí pokouší získat (nebo v tomto případě vytvořit). Doslovný překlad „svatý grál“ sice doslovně popisuje denotaci anglické varianty, ale v češtině by nemohl pojmut takto komplexní idiom. Variantou pro mě nakonec bylo spojení „nejvyšší meta“, ačkoli nezahrnuje prvek nedosažitelnosti, vhodně ale naznačuje, že hlavní cíl výzkumu je zároveň nejvyšší možný.

Anglický výraz „ballpark“ doslova znamená „baseballový stadion nebo hřiště“ nebo v přeneseném významu „přibližně stejně velký jako stadion,“ zatímco ve slangovém užívání má atributivní funkci „přibližný, zhruba“. ("ballpark, n. and adj.") Dalším neformálním spojením je „like global warming on steroids“, jehož význam lze ale poměrně snadno odvodit. „To put something on steroids“ se užívá pro vyjádření nepřírozeného nuceného růstu, v tomto případě

má autor na mysli člověkem zrychlené globální klimatické změny. Z tohoto důvodu jsem nevolila žádný odpovídající idiom z českého jazyka a přeložila jsem význam pouze opisně: „jako kdybychom urychlili globální oteplování“.

Za zmínku stojí také výraz „hunting a bug“, který se používá v programování a informatice pro hledání chyb v programovacím kódu, namísto doslovného „lovení brouků.“

6.1.4 Další problematická slova a slovní spojení

Jeden z prvních problémů, na který jsem při překladu narazila, byl anglický výraz „intelligence“, který má sice na první pohled velice jednoduchý překlad, který by měl přesně odpovídat svému českému ekvivalentu „intelligence“, ale vzhledem k mnohoznačnosti významu tohoto výrazu nebylo vždy jednoduché najít správnou variantu (včetně adjektivního „intelligent“). Výhodnou pomůckou bylo autorovo vlastní vysvětlení a definice pojmu pro pochopení jeho užití ve zbytku knihy.

V následujícím příkladu by se nabízel neobratný doslovný překlad „změnil se na inteligentní“, což je nejen nesmyslné, ale také chybné. Rozhodla jsem se tedy pozměnit celou strukturu věty tak, abych mohla použít adjektivum v přirozenější prepozici. V původní větě je poměrně zřejmé, že autor mluví o inteligentním životě, který na zemi vzniknul, pokud bychom ale přeložili větu doslovně, mohlo by se zdát, že při Velkém třesku došlo k tomu, že se neživá hmota proměnila na inteligentní okamžitě:

Příklad: One of the most spectacular developments during the 13.8 billion years since our Big Bang is that dumb and lifeless matter **has turned intelligent**.

Příklad: Jedna z nejpozoruhodnějších změn, které nastaly v průběhu 13,8 miliard let od našeho Velkého třesku, byl moment, kdy se z neinteligentní a neživé hmoty **vyvinul inteligentní život**.

Dalším problémem se ukázala lexikální negace slova „intelligence“, protože v české variantě neinteligentní získává slovo spíše význam hloupý, zatímco autor se pokouší o rozdělení mezi inteligentními tvory a neživou hmotou:

Příklad: line between intelligence and non-intelligence

Příklad: hranici mezi inteligencí a ne-inteligencí

V samotné definici slova intelligence bylo potřeba přeložit výraz „complex“. Rozhodovala jsem se mezi variantami „komplexní“ a „složitý“, jelikož první varianta mi nepřišla tak často využívaná, zatímco druhá do jisté míry nepokrývá celý význam anglického ekvivalentu. Nakonec jsem se pro první variantu rozhodla na základě článku *Kompletní a komplexní* v časopisu Naše řeč, kde je význam slova „komplex“ i odvozeného „komplexní“ vysvětlován jako „soubor, souhrn různých složek.“

Dalším problematickým prvkem se ukázal výraz „inclusive“, jelikož vhodným ekvivalentem by byl český výraz „zahrnující.“ Výraz je původem tranzitivní sloveso a je tedy potřeba jej doplnit vhodným objektem, zatímco angličtina toto nepožaduje. Rozhodla jsem se proto v překladu využít opisný význam dvou adjektiv pro zachování předávané informace:

Příklad: In our exploration of the future of intelligence, we want to take a maximally broad and inclusive view

Překlad: Je třeba, abychom v našem budoucím průzkumu intelligence zaujali maximálně rozšířený a důkladný pohled na věc

Nepřeložitelné se ukázalo spojení „all-or-nothing trait“. Ačkoli „all-or-nothing“ jde často příhodně přeložit jako „všechno nebo nic“, v tomto případě jde o atribut, který nemá v češtině ani vzdáleně podobný ekvivalent a bylo ho tedy potřeba nahradit opisně:

Příklad: isn't necessarily an all-or-nothing trait.

Překlad: nelze definitivně určit nebo vyvrátit, zda ji někdo má nebo ne

Zajímavostí byl překlad názvů již neexistujících povolání, které byly již nahrazeny technologickým vývojem a informační technologií. Bylo tedy potřeba konkrétně specifikovat, že jde o zaměstnání a pomoci si existujícími obdobami:

Příklad: driving out human calculators and record clerks

Překlad: nahradila zaměstnání lidských počtářů a správce záznamů

6.2 Problémy syntaktické

6.2.1 Slovosled a aktuální větné členění

V překladu mezi anglickým a českým jazykem je správný překlad syntaktických prostředků velice důležitý, jelikož v nich pořadí slov ve větě poměrně výrazně ovlivňuje význam. Hlavním faktorem je aktuální větné členění (anglicky functional sentence perspective), které nám pomáhá pomocí pořadí slov ve větě určovat pořadí tématu a rématu.

Knittlová uvádí, že pro překladatele je „nezbytné, aby dokázal rozlišit novou či zdůrazněnou informaci a dal jí v cílovém textu příslušné místo a akcent.“ (33) Toto rozlišení je zásadní, protože ne vždy by se měl překladatel držet aktuálního větného členění ve zdrojovém jazyce, ale zohlednit zmíněnou informaci a podle potřeby ji umístit na nejvhodnější místo ve větě.

Při překladu textu jsem tedy často využila poměrné volnosti českého slovosledu, především u dlouhých a komplikovaných vět, který autor používá a zvolila pozici rématu až na konec vět:

Příklad: The conventional wisdom among artificial intelligence researchers is that intelligence is ultimately all about information and computation, not about flesh, blood or carbon atoms.

Překlad: Výzkumníci umělé inteligence zastávají tradiční názor, že inteligence je závislá pouze na informacích a početních úkonech a není závislá na mase, krvi nebo atomech uhlíku.

V jiných případech bylo naopak nutné aktuální větné členění zachovat pro stejný význam:

Příklad: The holy grail of AI research is to build “general AI”

Překlad: Nejvyšší metou výzkumu UI je postavit tzv. „univerzální umělou inteligenci“

6.2.2 Rozdělování dlouhých vět

Autor v textu používá poměrně dlouhé a komplikované věty, které je občas problematické pochopit i v angličtině. Rozhodla jsem se proto využít možnost u některých z nich věty rozdělit na menší části pro vyšší srozumitelnost.

Příklad: If it goes online and researches Italian dinner recipes, how to get to the closest supermarket, how to strain pasta and so on, and then successfully buys the ingredients and prepares a succulent meal, you'll presumably consider it intelligent even though the original goal was yours.

Překlad: Protože si nejprve udělá přehled italských receptů na internetu, zjistí, jak se dostat do nejbližšího supermarketu, jak se slévají špagety atd., a poté nakoupí všechny ingredience a vytvoří chutné jídlo. Můžete si myslet, že je inteligentní, ačkoli byl původní cíl váš.

Zvláště u této věty, která v originálu používá velké množství vedlejších vět, je velice snadné se ztratit. Podobný příklad byl u této složité formulace:

Příklad: When you hear something, you're detecting sound waves caused by molecules bouncing around in the mixture of gases that we call air, and we can calculate all sorts of interesting things about these waves—how their intensity fades as the square of the distance, such as how they bend when they pass through open doors and how they bounce off of walls and cause echoes—without knowing what air is made of.

Překlad: Když něco slyšíte, vnímáte zvukové vlny způsobené molekulami pohybujícími se v kombinaci plynů zvané vzduch, a můžete vypočítat mnoho zajímavých vlastností těchto vln. Můžete určit, jak slábne jejich intenzita díky vzdálenosti, jak se ohýbají, pokud prochází otevřenými dveřmi nebo jak se odrážejí od zdí a způsobují ozvěnu. Nepotřebujete k tomu znát složení vzduchu.

Rozhodla jsem se tedy u vět, které jsem shledala zbytečně dlouhé a nepřehledné, zvolit rozdělení do několika vět, pokud to dovolovala logika výpovědní informace.

6.2.3 Interpunkce

Autor v textu využívá množství anglických standardizovaných textových značek, které nejsou podle příručky jazykové příručky vhodné v českém textu. Kromě odlišného způsobu psaní čárek ve větách, které uzpůsobují větným konstrukcím automaticky jsem si musela poradit například s jiným použitím dvojtečky. Zatímco v českém jazyce se používají především pro výčet členů nebo uvozování přímé řeči. Stejně jako v angličtině se používá dvojtečka pro předělování větných celků a je poté možné psát velké i malé písmeno. („Dvojtečka“) Nepovažuji ale tento způsob za příliš častý nebo obvyklý, rozhodla jsem se jej proto nahradit rozdělením vět na dvě části, pokud se nejednalo o výčet nebo uvedení.

Příklad: What's more intelligent: a computer program that can only play chess or one that can only play Go?

Překlad: Co je inteligentnější? Počítačový program, který umí hrát pouze šachy nebo ten, který umí hrát pouze Go?

Příklad: Systém DQN AI od společnosti Google DeepMind zvládne lehce širší záběr cílů. Dokáže hrát starší počítačové hry Atari na stejné úrovni jako člověk nebo lépe.

Překlad: The DQN AI system of Google DeepMind can accomplish a slightly broader range of goals: it can play dozens of different vintage Atari computer games at human level or better.

Dále jsem v textu převáděla dvojité uvozovky do českého formátu, tedy uvozovky typu 99 66 („“) namísto anglických (“ ”). („Uvozovky“)

Příklad: “the ability to acquire and apply knowledge and skills”

Překlad: „schopnost získat a použít vědomosti a dovednosti“

Stejným způsobem jsem postupovala u středníku, který jsem nahradila pomocí obyčejné čárky.

Dlouhou pomlčku, kterou autor používá, jsem ve většině případů zachovala v naší kratší formě (o něco delší než spojovník), ale několikrát jsem ji nahradila běžným větným spojením, pokud to dovoloval kontext:

Překlad: IBM’s Deep Blue chess computer, which dethroned chess champion Garry Kasparov in 1997, was only able to accomplish the very narrow task of playing chess—despite its impressive hardware and software, it couldn’t even beat a four-year-old at tic-tac-toe.

Příklad: Šachový superpočítač Deep Blue od společnosti IBM, který v roce 1997 porazil šachového velmistra Garriho Kasparova, byl schopen dokončit pouze velice úzce definovaný úkol hraní šachů, a navzdory svému působivému hardwaru a softwaru by neporazil čtyřleté dítě v piškvorkách.

6.2.4 Repetice

V textu velice často dochází k opakování stejných slov v rámci jedné věty i v rámci celého odstavce. Pro příjemnější a čtivější syntaktické propojení textu jsem se rozhodla využít často bohatšího množství ekvivalentů pro anglické výrazy:

Příklad: [...] independent of its physical **substrate**! Indeed, it's usually only this **substrate** independent aspect of information that we're interested in [...]

Překlad: [...] nezávisle na svém fyzickém **substrátu**! Skutečně, většinou nás zajímá právě pouze tato informace nezávislá na své **hmotné podstatě** [...]

Příklad: Second, the **substrate**-independent phenomenon takes on a life of its own, independent of its **substrate**

Překlad: Za druhé, fenomén nezávislosti na **substrátu** může probíhat nezávisle na druhu **fyzické podstaty**

V jiných případech jsem využívala elipsu, jelikož byla slova tak často opakována, že nedocházelo k nesrozumitelnosti:

Příklad: Although it sounds deceptively simple, this idea of a **function** is incredibly general. Some **functions** are rather trivial, such as the one called NOT that inputs a single bit and outputs the reverse, thus turning zero into one and vice versa.

Překlad: Přestože to zní až příliš jednoduše, tato idea **funkce** je neskutečně obecná. Některé jsou velice triviální, třeba ta zvaná „NE,“ která vezme samotný bit a vrátí opak, tedy změní nulu na jedničku nebo naopak.

7 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá překladem druhé kapitoly *Matter Turns Intelligent* z knihy *LIFE 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence* od Maxe Tegmarka, která se zabývá budoucím vývojem technologie umělé inteligence a jejími následky na život člověka. Práce se zabývá překladatelskou analýzou původního textu, popisuje teoretický základ využitý pro překlad a zvolenou překladatelskou metodu. Text obsahuje také podrobně vypracovaný terminologický glosář s odbornou terminologií zmíněnou ve výchozím textu pro jednodušší porozumění konkrétním termínům a komentuje zvolené ekvivalenty na základě jejich významu. Práce následně komentuje problémy vzniklé v procesu překládání a vysvětluje, jakým způsobem byly řešeny na základě znalosti gramatického a lexikálního systému obou jazyků. Lexikální část se zabývá překlady vlastních jmen, měrných jednotek, anglických idiomů a několika specifických slovních spojení. Část lexikální popisuje nesrovnalosti mezi jazyky v oblasti aktuálního větného členění, rozdělování dlouhých vět, odlišné interpunkce obou jazyků a časté repetice slov v původním textu.

Překlad se potýkal především se zachováním logických větných vazeb při vysvětlování komplikovaných a komplexních situací a příkladů z vědeckého odvětví vývoje umělé inteligence, fyziky, matematiky, biologie i počítačové vědy. Teoretické znalosti získané z prací Jiřího Levého, Dagmar Knittlové, Christiane Nordové a Zlaty Kufnerové byly velice užitečné již při samotné přípravě pro samotný překlad a nejlépe se osvědčily hlavně při překládání problematických částí a při hledání nejvhodnějšího ekvivalentu.

Extrémně užitečné pro mě byly dva internetové zdroje uvedené v práci, Oxford English Dictionary, ve kterém jsem hledala konkrétní významy anglických výrazů pro jejich lepší pochopení a následného přeložení do českého jazyka a Český národní korpus, který mi pomáhal pro zvolení vhodnějšího častěji užívaného slovního spojení v konkrétním kontextu.

Při psaní této bakalářské práce jsem získala velké množství nových informací a slovíček a slovních spojení, zejména pak českých variant anglických odborných termínů, o jejichž existenci jsem nevěděla. Získala jsem mnohem přesnější a ucelenější porozumění procesu a metody překladu, které bych ráda uplatnila v profesním životě.

8 Seznam použitých zdrojů

8.1 Primární zdroj

- Tegmark, Max. *Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*. Penguin Books, 2018.

8.2 Zdroje odborné literatury o překladu

- Knittlová, Dagmar. *K Teorii i Praxi Překladu*. Univerzita Palackého, 2003.
- Kufnerová, Zlata. "K Současnému Stavu Teorie Básnického Překladu." *Slovo a Slovesnost*, <http://sas.ujc.cas.cz/archiv.php?art=3045>. Accessed 10 July 2019.
- Levý Jiří. *Umění překladu*. Panorama, 1983.
- Nord, Christiane. *Text Analysis in Translation: Theory, Methodology, and Didactic Application of a Model for Translation-Oriented Text Analysis*. Rodopi, 2005.

8.3 Další odborná literatura

- „Informace“. Petráčková, Věra, a Jiří Kraus. *Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]*. dotisk 1. vydání. Praha: Academia, 2000.
- „Komputace“. Petráčková, Věra, a Jiří Kraus. *Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]*. dotisk 1. vydání. Praha: Academia, 2000.
- Bostrom, Nick. *Are You Living in a Computer Simulation?* Philosophical Quarterly, 2003, www.simulation-argument.com/simulation.pdf. Accessed 09 July 2019. (překlad vlastní)
- Čechová Marie, et al. *Současná Stylistika*. NLN, Nakladatelství Lidové Noviny, 2008.
- Černoch, Antonín. *Kvantová informatika pro komunikace v budoucnosti*. 2011 ed. Olomouc: Společná laboratoř optiky Univerzity Palackého a Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR. 09 July 2019, <https://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/kvantinfo.pdf>, Accessed 09 July 2019.
- Kamvysselis, Manolis. "Universal Turing Machine". Massachusetts Institute of Technology, <https://web.mit.edu/manoli/turing/www/turing.html> Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)

- Michalski, Ryszard S., et al. *Machine Learning: an Artificial Intelligence Approach*. Tioga Pub. Co., 1983. (překlad vlastní)
- Patra, Indrajit, and Shri Krishan Rai. "Posthuman Reconstruction of the World as a Simulation in Charles Stross' *Accelerando*." *International Journal of Applied Linguistics and English Literature*, vol. 6, no. 1, 2016, p. 136., doi:10.7575/aiac.ijalel.v.6n.1p.136.
<http://www.journals.aiac.org.au/index.php/IJALEL/article/view/2722/2324>. Accessed 10 July 2019.
- Vyskotová Jana, and Macháčková Kateřina. *Jemná Motorika: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. Grada, 2013.

8.4 Internetové zdroje

- "ballpark, n. and adj." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/15009. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "bit, n.4." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/19519. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "compute, v." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/37974. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "cosmos, n.1." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/42270. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "device, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/51464. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "encode, v." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/61744. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "image recognition." *Technopedia.com*, June 2019, <https://www.techopedia.com/definition/33499/image-recognition>. Accessed 09 July 2019. (překlad vlastní)
- "intelligence, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/97396. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "locomotion, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/109645. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "machine, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/111850. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)

- "neural, adj. and n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/126355. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "non-human, adj. and n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/127965. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "optical, adj. and n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/132057. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "pixel, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/144833. Accessed 9 July 2019.
- "theorem, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/200413. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "Turing machine, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/207618. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "wafer, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/224973. Accessed 9 July 2019.
- "word processor, n." *OED Online*, Oxford University Press, June 2019, www.oed.com/view/Entry/271802. Accessed 9 July 2019. (překlad vlastní)
- "Dvojtečka." Internetová Jazyková Příručka, <http://prirucka.ujc.cas.cz/?id=161#nadpis1>. Accessed 10 July 2019.
- "Max Tegmark." *Nakladatelství Argo*, <http://argo.cz/autori/tegmark-max/>. Accessed 9 July 2019.
- "Používání Automatických Titulků – Návod YouTube." *Google*, Google, <http://support.google.com/youtube/answer/6373554>. Accessed 9 July 2019.
- "The Penguin Story of The Paperback Revolution." *Tales of Publishing*, 25 Apr. 2013, <http://talesofpublishing.wordpress.com/the-penguin-story-of-the-paperback-revolution/>. Accessed 29 June 2019.
- "Uvozovky." Internetová Jazyková Příručka, <http://prirucka.ujc.cas.cz/?id=161#nadpis1>. Accessed 10 July 2019.
- Křen, Michal et al. *Korpus SYN, verze 7 z 29. 11. 2018*. Ústav Českého národního korpusu FF UK, Praha 2017. <http://www.korpus.cz>. Accessed 9 July 2019.

- Kulhánek, Petr. "Kvantové Počítače – Principy." *Aldebaran*, 13 Nov. 2015, www.aldebaran.cz/bulletin/2017_37_kvp.php. Accessed 9 July 2019.
- Reichl, Jaroslav. "Hradlo NAND." *Encyklopedie Fyziky*, 27 July 2011, <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1327-hradlo-nand>. Accessed 9 July 2019.
- Reichl, Jaroslav. "TTL Logika." *Encyklopedie Fyziky*, 1 Aug. 2016, <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1326-ttl-logika>. Accessed 9 July 2019.
- Rosa, Marek, and Jan Feyereisl. "A Framework for Searching for General Artificial Intelligence." *ArXiv.org*, 2 Nov. 2016, <http://arxiv.org/abs/1611.00685>. Accessed 29 June 2019. (překlad vlastní)
- Šnábl, Ivo. "Koncept Umělé Neuronové Sítě." *Matematická Biologie Učebnice: Koncept Umělé Neuronové Sítě*, <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analiza-a-hodnoceni-biologickych-dat--umela-inteligence--neuronove-site-jednotlivy-neuron--uvod-do-neuronovych-siti--koncept-umele-neuronove-site>. Accessed 9 July 2019.
- Wolfram, Stephen. "Cellular Automata and Complexity: Collected Papers." *Taylor and Francis Group*, 8 Mar. 2018, www.stephenwolfram.com/publications/cellular-automata-complexity/. Accessed 9 July 2019.